

09/806410

Rec'd PCT/PTO 30 MAR 2001

## BEETZ & PARTNER

Patentanwälte  
European Patent Attorneys  
European Trade Mark Attorneys

BEETZ & PARTNER Steinsdorfstr. 10 D-80538 München

The International Bureau of WIPO

P.O. Box 18

CH 1211 Geneva 20

## FAX & CONFIRMATION

## E I L T

Internationale Anmeldung PCT/EP98/06225 (WO00/19167) vom 30.09.1998  
LCTec Laser- und Computertechnik GmbH et al.

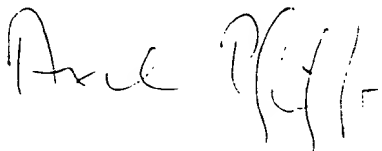
Die Firma der Mitinhaberin der oben aufgeführten Patentanmeldung hat sich wie folgt geändert:

## LASERTEC GmbH

Die Adresse ist gleich geblieben.

Da die Frist für die Einleitung der nationalen Phasen am **30. März 2001** endet, bitten wir die Eintragung schnellstmöglich vorzunehmen und zu bestätigen.

Patentanwälte  
BEETZ & PARTNER



Patentanwalt  
Dipl.-Ing. A. Pfeiffer

gegründet 1926  
Dipl.-Ing. R. BEETZ sen. (1926-1991)  
Dr.-Ing. R. BEETZ jun. (1969-2000)

Dipl.-Ing. J. SIEGFRIED  
Prof. Dr.rer.nat. W. SCHMITT-FUMIAN  
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat. C.-M. MAYR  
Dipl.-Ing. A. PFEIFFER  
Dipl.-Ing. B. MATIAS

Rechtsanwältin P. KOTSCH

Ihr Zchn.  
Your Ref.

Unser Zchn. 157-53.563PCT/AP;fk  
Our Ref.

München 6. März 2001

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTIFICATION OF THE RECORDING  
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and  
Administrative Instructions, Section 422)

To:

BEETZ & PARTNER  
Steinsdorfstrasse 10  
D-80538 München  
ALLEMAGNE

<b>Date of mailing</b> (day/month/year) 15 March 2001 (15.03.01)	<b>IMPORTANT NOTIFICATION</b>
<b>Applicant's or agent's file reference</b> 157-53563PCT	
<b>International application No.</b> PCT/EP98/06225	<b>International filing date</b> (day/month/year) 30 September 1998 (30.09.98)

1. The following indications appeared on record concerning:		
<input checked="" type="checkbox"/> the applicant	<input type="checkbox"/> the inventor	<input type="checkbox"/> the agent <input type="checkbox"/> the common representative
Name and Address LC TEC LASER- UND COMPUTERTECHNIK GMBH Tiroler Strasse 85 D-87459 Pfronten Germany	State of Nationality DE	State of Residence DE
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	Teleprinter No.	
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:		
<input type="checkbox"/> the person	<input checked="" type="checkbox"/> the name	<input type="checkbox"/> the address <input type="checkbox"/> the nationality <input type="checkbox"/> the residence
Name and Address LASERTEC GMBH Tiroler Strasse 85 D-87459 Pfronten Germany	State of Nationality DE	State of Residence DE
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	Teleprinter No.	
3. Further observations, if necessary:		
4. A copy of this notification has been sent to:		
<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office	<input type="checkbox"/> the designated Offices concerned	
<input type="checkbox"/> the International Searching Authority	<input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned	
<input type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority	<input type="checkbox"/> other:	

<b>The International Bureau of WIPO</b> 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	<b>Authorized officer</b>  G. Bähr
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Telephone No.: (41-22) 338.83.38

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE  
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL  
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

BEETZ & PARTNER  
Steinsdorfstrasse 10  
D-80538 München  
ALLEMAGNEEngang 1 4. APR. 2000  
Frist 0. März 2001

Date of mailing (day/month/year) 06 April 2000 (06.04.00)		
Applicant's or agent's file reference 157-53563PCT		IMPORTANT NOTICE
International application No. PCT/EP98/06225	International filing date (day/month/year) 30 September 1998 (30.09.98)	
Priority date (day/month/year)		
Applicant LCTEC LASER- UND COMPUTERTECHNIK GMBH et al		

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:  
JP,US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:  
EP

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on  
06 April 2000 (06.04.00) under No. WO 00/19167

**REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)**

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

**REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))**

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer  J. Zahra
Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Telephone No. (41-22) 338.83.38

PATENT COOPERATION TREATY 26. März 2001

FOREIGN DEPT.

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTIFICATION OF THE RECORDING  
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and  
Administrative Instructions, Section 422)

To:

BEETZ & PARTNER  
Steinsdorfstrasse 10  
D-80538 München  
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 15 March 2001 (15.03.01)	<b>IMPORTANT NOTIFICATION</b>
Applicant's or agent's file reference 157-53563PCT	
International application No. PCT/EP98/06225	International filing date (day/month/year) 30 September 1998 (30.09.98)

## 1. The following indications appeared on record concerning:

☒ the applicant      ☐ the inventor      ☐ the agent      ☐ the common representative

## Name and Address

 LC TEC LASER- UND COMPUTERTECHNIK  
GMBH  
Tiroler Strasse 85  
D-87459 Pfronten  
Germany

## State of Nationality

DE

## State of Residence

DE

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

## 2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:

☐ the person      ☒ the name      ☐ the address      ☐ the nationality      ☐ the residence

## Name and Address

 LASERTEC GMBH  
Tiroler Strasse 85  
D-87459 Pfronten  
Germany

## State of Nationality

DE

## State of Residence

DE

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

## 3. Further observations, if necessary:

## 4. A copy of this notification has been sent to:

☒ the receiving Office      ☐ the designated Offices concerned  
☐ the International Searching Authority      ☒ the elected Offices concerned  
☐ the international Preliminary Examining Authority      ☐ other:

 The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

G. Bähr

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

# PCT

## ANTRAG

Der Unterzeichnete beantragt, daß die vorliegende internationale Anmeldung nach dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens behandelt wird.

Vom Anmeldeamt auszufüllen

Internationales Aktenzeichen

Internationales Anmeldedatum

Name des Anmeldeamts und "PCT International Application"

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts (falls gewünscht)  
(max. 12 Zeichen) 157-53.563PCT-zg

**Feld Nr. I BEZEICHNUNG DER ERFINDUNG** Tiefenmessung und Tiefensteuerung bzw. -regelung für ein durch eine Laserbearbeitungsvorrichtung herzustellendes Gesenk

**Feld Nr. II ANMELDER**

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

LCTec Laser- und Computertechnik GmbH  
Tiroler Straße 85  
D-87459 Pfronten  
Deutschland

☐ Diese Person ist gleichzeitig Erfinder

Telefonnr.:

Telefaxnr.:

Fernschreibnr.:

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten

☒ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika

☐ nur die Vereinigten Staaten von Amerika

☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

**Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER**

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

KUHL, Michael, Dipl.-Phys.  
Welfenstraße 12 B  
D-87629 Füssen  
Deutschland

Diese Person ist:

☐ nur Anmelder

☒ Anmelder und Erfinder

☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten

☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika

☒ nur die Vereinigten Staaten von Amerika

☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

☐ Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem Fortsetzungsblatt angegeben.

**Feld Nr. IV ANWALT ODER GEMEINSAMER VERTRETER; ODER ZUSTELLANSCHRIFT**

Die folgende Person wird hiermit bestellt/ist bestellt worden, um für den (die) Anmelder vor den zuständigen internationalen Behörden in folgender Eigenschaft zu handeln als: ☒ Anwalt ☐ gemeinsamer Vertreter

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben.)

Patentanwälte  
BEETZ & PARTNER  
Steinsdorfstr. 10, D - 80538 München  
Zusammenschluß Nr. 71  
Association No. 71

Telefonnr.:

089 - 29 59 10

Telefaxnr.:

089 - 29 39 63

Fernschreibnr.:

☐ Zustellanschrift: Dieses Kästchen ist anzukreuzen, wenn kein Anwalt oder gemeinsamer Vertreter bestellt ist und statt dessen im obigen Feld eine spezielle Zustellanschrift angegeben ist.

<b>Fortsetzung von Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER</b>	
<i>Wird keines der folgenden Felder benutzt, so sollte dieses Blatt dem Antrag nicht beigelegt werden.</i>	
<p><small>Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)</small></p> <p>WRBA, Peter, Dr.-Ing. Rosenweg 10  D-87647 Unterthingau Deutschland</p>	<p>Diese Person ist:</p> <p><input type="checkbox"/> nur Anmelder</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Anmelder und Erfinder</p> <p><input type="checkbox"/> nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)</p>
Staatsangehörigkeit (Staat): DE	Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE
Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: <input type="checkbox"/> alle Bestimmungsstaaten <input type="checkbox"/> alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika <input checked="" type="checkbox"/> nur die Vereinigten Staaten von Amerika <input type="checkbox"/> die im Zusatzfeld angegebenen Staaten	
<p><small>Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)</small></p> <p>Hildebrand, Peter, Dipl.-Phys. Gschwend 34  D-87484 Nesselwang Deutschland</p>	<p>Diese Person ist:</p> <p><input type="checkbox"/> nur Anmelder</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Anmelder und Erfinder</p> <p><input type="checkbox"/> nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)</p>
Staatsangehörigkeit (Staat): DE	Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE
Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: <input type="checkbox"/> alle Bestimmungsstaaten <input type="checkbox"/> alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika <input checked="" type="checkbox"/> nur die Vereinigten Staaten von Amerika <input type="checkbox"/> die im Zusatzfeld angegebenen Staaten	
<p><small>Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)</small></p> <p>REISACHER, Martin, Dipl.-Ing. Mariabergerstraße 69 a  D-87439 Kempten Deutschland</p>	<p>Diese Person ist:</p> <p><input type="checkbox"/> nur Anmelder</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Anmelder und Erfinder</p> <p><input type="checkbox"/> nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)</p>
Staatsangehörigkeit (Staat): DE	Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE
Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: <input type="checkbox"/> alle Bestimmungsstaaten <input type="checkbox"/> alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika <input checked="" type="checkbox"/> nur die Vereinigten Staaten von Amerika <input type="checkbox"/> die im Zusatzfeld angegebenen Staaten	
<p><small>Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)</small></p>	<p>Diese Person ist:</p> <p><input type="checkbox"/> nur Anmelder</p> <p><input type="checkbox"/> Anmelder und Erfinder</p> <p><input type="checkbox"/> nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)</p>
Staatsangehörigkeit (Staat):	Sitz oder Wohnsitz (Staat):
Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: <input type="checkbox"/> alle Bestimmungsstaaten <input type="checkbox"/> alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika <input type="checkbox"/> nur die Vereinigten Staaten von Amerika <input type="checkbox"/> die im Zusatzfeld angegebenen Staaten	
<input type="checkbox"/> Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem zusätzlichen Fortsetzungsblatt angegeben.	

**Feld Nr. V BESTIMMUNG VON STAATEN**

Die folgenden Bestimmungen nach Regel 4.9 Absatz a werden hiermit vorgenommen (bitte die entsprechenden Kästchen ankreuzen; wenigstens ein Kästchen muß angekreuzt werden):

**Regionales Patent**

- ☐ **AP ARIPO-Patent:** GH Ghana, GM Gambia, KE Kenia, LS Lesotho, MW Malawi, SD Sudan, SZ Swasiland, UG Uganda, ZW Simbabwe und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Harare-Protokolls und des PCT ist
- ☐ **EA Eurasisches Patent:** AM Armenien, AZ Aserbaidshan, BY Belarus, KG Kirgisistan, KZ Kasachstan, MD Republik Moldau, RU Russische Föderation, TJ Tadschikistan, TM Turkmenistan und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Eurasischen Patentübereinkommens und des PCT ist
- ☒ **EP Europäisches Patent:** AT Österreich, BE Belgien, CH und LI Schweiz und Liechtenstein, CY Zypern, DE Deutschland, DK Dänemark, ES Spanien, FI Finnland, FR Frankreich, GB Vereinigtes Königreich, GR Griechenland, IE Irland, IT Italien, LU Luxemburg, MC Monaco, NL Niederlande, PT Portugal, SE Schweden und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Europäischen Patentübereinkommens und des PCT ist
- ☐ **OA OAPI-Patent:** BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Zentralafrikanische Republik, CG Kongo, CI Côte d'Ivoire, CM Kamerun, GA Gabun, GN Guinea, ML Mali, MR Mauretanien, NE Niger, SN Senegal, TD Tschad, TG Togo und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat der OAPI und des PCT ist (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben)

**Nationales Patent** (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben):

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> AL Albanien                          | <input type="checkbox"/> LS Lesotho   |
| <input type="checkbox"/> AM Armenien                          | <input type="checkbox"/> LT Litauen   |
| <input type="checkbox"/> AT Österreich                        | <input type="checkbox"/> LU Luxemburg                                       |
| <input type="checkbox"/> AU Australien                        | <input type="checkbox"/> LV Lettland  |
| <input type="checkbox"/> AZ Aserbaidshan                      | <input type="checkbox"/> MD Republik Moldau                                 |
| <input type="checkbox"/> BA Bosnien-Herzegowina               | <input type="checkbox"/> MG Madagaskar                                      |
| <input type="checkbox"/> BB Barbados                          | <input type="checkbox"/> MK Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien |
| <input type="checkbox"/> BG Bulgarien                         | <input type="checkbox"/> MN Mongolei  |
| <input type="checkbox"/> BR Brasilien                         | <input type="checkbox"/> MW Malawi  |
| <input type="checkbox"/> BY Belarus                           | <input type="checkbox"/> MX Mexiko  |
| <input type="checkbox"/> CA Kanada                            | <input type="checkbox"/> NO Norwegen  |
| <input type="checkbox"/> CH und LI Schweiz und Liechtenstein  | <input type="checkbox"/> NZ Neuseeland                                      |
| <input type="checkbox"/> CN China                             | <input type="checkbox"/> PL Polen   |
| <input type="checkbox"/> CU Kuba                              | <input type="checkbox"/> PT Portugal  |
| <input type="checkbox"/> CZ Tschechische Republik             | <input type="checkbox"/> RO Rumänien  |
| <input type="checkbox"/> DE Deutschland                       | <input type="checkbox"/> RU Russische Föderation                            |
| <input type="checkbox"/> DK Dänemark                          | <input type="checkbox"/> SD Sudan   |
| <input type="checkbox"/> EE Estland                           | <input type="checkbox"/> SE Schweden  |
| <input type="checkbox"/> ES Spanien                           | <input type="checkbox"/> SG Singapur  |
| <input type="checkbox"/> FI Finnland                          | <input type="checkbox"/> SI Slowenien                                       |
| <input type="checkbox"/> GB Vereinigtes Königreich            | <input type="checkbox"/> SK Slowakei  |
| <input type="checkbox"/> GE Georgien                          | <input type="checkbox"/> SL Sierra Leone                                    |
| <input type="checkbox"/> GH Ghana                             | <input type="checkbox"/> TJ Tadschikistan                                   |
| <input type="checkbox"/> GM Gambia                            | <input type="checkbox"/> TM Turkmenistan                                    |
| <input type="checkbox"/> GW Guinea-Bissau                     | <input type="checkbox"/> TR Türkei  |
| <input type="checkbox"/> HR Kroatien                          | <input type="checkbox"/> TT Trinidad und Tobago                             |
| <input type="checkbox"/> HU Ungarn                            | <input type="checkbox"/> UA Ukraine   |
| <input type="checkbox"/> ID Indonesien                        | <input type="checkbox"/> UG Uganda  |
| <input type="checkbox"/> IL Israel                            | <input checked="" type="checkbox"/> US Vereinigte Staaten von Amerika       |
| <input checked="" type="checkbox"/> JP Japan                  | <input type="checkbox"/> UZ Usbekistan                                      |
| <input type="checkbox"/> KE Kenia                             | <input type="checkbox"/> VN Vietnam   |
| <input type="checkbox"/> KG Kirgisistan                       | <input type="checkbox"/> YU Jugoslawien                                     |
| <input type="checkbox"/> KP Demokratische Volksrepublik Korea | <input type="checkbox"/> ZW Simbabwe  |
| <input type="checkbox"/> KR Republik Korea                    |   |
| <input type="checkbox"/> KZ Kasachstan                        |   |
| <input type="checkbox"/> LC Saint Lucia                       |   |
| <input type="checkbox"/> LK Sri Lanka                         |   |
| <input type="checkbox"/> LR Liberia                           |   |

Kästchen für die Bestimmung von Staaten (für die Zwecke eines nationalen Patents), die dem PCT nach der Veröffentlichung dieses Formblatts beigetreten sind:

**Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen:** Zusätzlich zu den oben genannten Bestimmungen nimmt der Anmelder nach Regel 4.9 Absatz b auch alle anderen nach dem PCT zulässigen Bestimmungen vor mit Ausnahme der im Zusatzfeld genannten Bestimmungen, die von dieser Erklärung ausgenommen sind. Der Anmelder erklärt, daß diese zusätzlichen Bestimmungen unter dem Vorbehalt einer Bestätigung stehen und jede zusätzliche Bestimmung, die vor Ablauf von 15 Monaten ab dem Prioritätsdatum nicht bestätigt wurde, nach Ablauf dieser Frist als vom Anmelder zurückgenommen gilt. (Die Bestätigung einer Bestimmung erfolgt durch die Einreichung einer Mitteilung, in der diese Bestimmung angegeben wird, und die Zahlung der Bestimmungs- und der Bestätigungsgebühr. Die Bestätigung muß beim Anmeldeamt innerhalb der Frist von 15 Monaten eingehen.)

Feld Nr. VI PRIORITÄTSANSPRUCH		<input type="checkbox"/> Weitere Prioritätsansprüche sind im Zusatzfeld angegeben.		
Anmeldedatum der früheren Anmeldung (Tag/Monat/Jahr)	Aktenzeichen der früheren Anmeldung	Ist die frühere Anmeldung eine:		
		ationale Anmeldung: Staat	regionale Anmeldung: regionales Amt	internationale Anmeldung: Anmeldeamt
Zeile (1)				
Zeile (2)				
Zeile (3)				

☐ Das Anmeldeamt wird ersucht, eine beglaubigte Abschrift der oben in der (den) Zeile(n) \_\_\_\_\_ bezeichneten früheren Anmeldung(en) zu erstellen und dem internationalen Büro zu übermitteln (nur falls die frühere Anmeldung(en) bei dem Amt eingereicht worden ist(sind), das für die Zwecke dieser internationalen Anmeldung Anmeldeamt ist)

\* Falls es sich bei der früheren Anmeldung um eine ARIPO-Anmeldung handelt, so muß in dem Zusatzfeld mindestens ein Staat angegeben werden, der Mitgliedstaat der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums ist und für den die frühere Anmeldung eingereicht wurde.

### Feld Nr. VII INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

Wahl der internationalen Recherchenbehörde (ISA) (falls zwei oder mehr als zwei internationale Recherchen- behörden für die Ausführung der internationalen Recherche zuständig sind, geben Sie die von Ihnen gewählte Behörde an; der Zweibuchstaben-Code kann benutzt werden)	Antrag auf Nutzung der Ergebnisse einer früheren Recherche; Bezugnahme auf diese frühere Recherche (falls eine frühere Recherche bei der internationalen Recherchenbehörde beantragt oder von ihr durchgeführt worden ist): Datum (Tag/Monat/Jahr) Aktenzeichen Staat (oder regionales Amt)
ISA / EP	

### Feld Nr. VIII KONTROLLISTE; EINREICHUNGSSPRACHE

Diese internationale Anmeldung enthält die folgende Anzahl von Blättern:	Dieser internationalen Anmeldung liegen die nachstehend angekreuzten Unterlagen bei:
Antrag : 4	1. <input checked="" type="checkbox"/> Blatt für die Gebührenberechnung
Beschreibung (ohne Sequenzprotokollteil) : 15	2. <input type="checkbox"/> Gesonderte unterzeichnete Vollmacht
Ansprüche : 7	3. <input type="checkbox"/> Kopie der allgemeinen Vollmacht; Aktenzeichen (falls vorhanden):
Zusammenfassung : 1	4. <input type="checkbox"/> Begründung für das Fehlen einer Unterschrift
Zeichnungen : 7	5. <input type="checkbox"/> Prioritätsbeleg(e), in Feld Nr. VI durch folgende Zeilennummer gekennzeichnet:
Sequenzprotokollteil der Beschreibung : _____	6. <input type="checkbox"/> Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache:
Blattzahl insgesamt : 34	7. <input type="checkbox"/> Gesonderte Angaben zu hinterlegten Mikroorganismen oder anderem biologischen Material
	8. <input type="checkbox"/> Protokoll der Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenzen in computerlesbarer Form
	9. <input type="checkbox"/> Sonstige (einzeln auflisten):

Abbildung der Zeichnungen, die mit der Zusammenfassung veröffentlicht werden soll (Nr.):	Fig. 1	Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht wird:	Deutsch
--	--------	--	---------

### Feld Nr. IX UNTERSCHRIFT DES ANMELDERS ODER DES ANWALTS

Der Name jeder unterzeichnenden Person ist neben der Unterschrift zu wiederholen, und es ist anzugeben, sofern sich dies nicht eindeutig aus dem Antrag ergibt, in welcher Eigenschaft die Person unterzeichnet.

Patentanwälte  
**BEETZ & PARTNER**  
Steinsdorfstr. 10, D - 80538 München

Zusammenschluß Nr. 71  
Association No. 71

Patentanwalt  
Dipl.-Ing. A. Pfeiffer

*Handwritten signature: AP*

Vom Anmeldeamt auszufüllen	
1. Datum des tatsächlichen Eingangs dieser internationalen Anmeldung:	2. Zeichnungen <input type="checkbox"/> eingegangen:  <input type="checkbox"/> nicht eingegangen:
3. Geändertes Eingangsdatum aufgrund nachträglich, jedoch fristgerecht eingegangener Unterlagen oder Zeichnungen zur Vervollständigung dieser internationalen Anmeldung:	
4. Datum des fristgerechten Eingangs der angeforderten Richtigstellungen nach Artikel 11(2) PCT:	
5. Internationale Recherchenbehörde (falls zwei oder mehr zuständig sind):	ISA /
6. <input type="checkbox"/> Übermittlung des Recherchenexemplars bis zur Zahlung der Recherchegebühr aufgeschoben	

Vom Internationalen Büro auszufüllen	
Datum des Eingangs des Aktenexemplars beim Internationalen Büro:	



VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>157-53563PCT</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/EP 98/ 06225</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>30/09/1998</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)
Anmelder <b>LCTEC LASER- UND COMPUTERTECHNIK GMBH et al.</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 2 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

**EICHEN EINES TIEFENSSENSORS EINER LASERBEARBEITUNGSVORRICHTUNG UND SCHICHTWEISE  
HERSTELLUNG EINES GESENKS MIT VERÄNDERLICHER PROGRAMMIERUNG**

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

☐ keine der Abb.

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**

IPK 6 G01B11/02 B23K26/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RESEARCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 G01B B23K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 31 17 556 A (FERRANTI) 19. Mai 1982 siehe Anspruch 1; Abbildung 4 ---	1,7,18
X	DE 40 11 780 C (HERR LANGER) 26. September 1991 siehe Anspruch 1; Abbildung 2 ---	1,7,18
X	DE 42 00 632 A (MAHO) 15. Juli 1993  siehe Spalte 2, Zeile 24 - Zeile 29 siehe Spalte 7, Zeile 52 - Zeile 54; Abbildung 2 -----	10,13, 21,24



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. Mai 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/06/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mielke, W

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/06225

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3117556 A	19-05-1982	GB 2076532 A JP 57009175 A	02-12-1981 18-01-1982
DE 4011780 C	26-09-1991	NONE	
DE 4200632 A	15-07-1993	DE 59300797 D EP 0552616 A ES 2081640 T JP 5261578 A US 5376770 A	30-11-1995 28-07-1993 01-03-1996 12-10-1993 27-12-1994

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

REC'D 21 DEC 2000

WIPO

PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 157-53.563PCT-gö	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP98/06225	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 30/09/1998	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) (30/09/1998) <sup>a</sup>
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G01B11/02		
Anmelder LCTEC LASER- UND COMPUTERTECHNIK GMBH et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.



2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 4 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☒ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  04/01/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  17.3.2000
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Mielke, W  Tel. Nr. +49 89 2399 2661 

**I. Grundlage des Berichts**

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

**Beschreibung, Seiten:**

1-15 ursprüngliche Fassung

**Patentansprüche, Nr.:**

3-17 ursprüngliche Fassung

1,2,18-27 eingegangen am 03/11/2000 mit Schreiben vom 03/11/2000

**Zeichnungen, Blätter:**

1/7-7/7 ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,            Seiten:
- ☐ Ansprüche,                Nr.:
- ☐ Zeichnungen,            Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**IV. Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung**

1. Auf die Aufforderung zur Einschränkung der Ansprüche oder zur Zahlung zusätzlicher Gebühren hat der Anmelder:

- ☐ die Ansprüche eingeschränkt.
- ☐ zusätzliche Gebühren entrichtet.
- ☐ zusätzliche Gebühren unter Widerspruch entrichtet.
- ☐ weder die Ansprüche eingeschränkt noch zusätzliche Gebühren entrichtet.

2. ☒ Die Behörde hat festgestellt, daß das Erfordernis der Einheitlichkeit der Erfindung nicht erfüllt ist, und hat gemäß Regel 68.1 beschlossen, den Anmelder nicht zur Einschränkung der Ansprüche oder zur Zahlung zusätzlicher Gebühren aufzufordern.

3. Die Behörde ist der Auffassung, daß das Erfordernis der Einheitlichkeit der Erfindung nach den Regeln 13.1, 13.2 und 13.3

- ☐ erfüllt ist
- ☒ aus folgenden Gründen nicht erfüllt ist:  
**siehe Beiblatt**

4. Daher wurde zur Erstellung dieses Berichts eine internationale vorläufige Prüfung für folgende Teile der internationalen Anmeldung durchgeführt:

- ☒ alle Teile.
- ☐ die Teile, die sich auf die Ansprüche Nr. beziehen.

**V. B gründet Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

**1. Feststellung**

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-27
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	
	Nein: Ansprüche	1-27
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-27
	Nein: Ansprüche	

**2. Unterlagen und Erklärungen  
siehe Beiblatt**

**VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung**

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:  
**siehe Beiblatt**

**Punkt IV:**

Die Tiefensensoreichung begünstigt zwar durch ihre Genauigkeit eine Regelung, doch ist eine derartige Regelung auch ohne Eichung möglich. Eine verbindende allgemeine erfinderische Idee ist nicht erkennbar. Regel 13.1 PCT. Für ein klares Anspruchsbegehren ist lediglich ein einziger unabhängiger Anspruch notwendig. Artikel 6 PCT.

**Punkt V:**

Es liegen unabhängige Ansprüche 1,2,7,10,13,18,19,22,25 vor. Dabei betreffen die Ansprüche 1,2 Eichverfahren; 7 Meßverfahren; 10,13 Herstellungsverfahren; 18,19 Meßvorrichtungen; und 22,25 Herstellungsvorrichtungen.

In der DE-A1-3117556 wird bei einem Bildabtaster ein Eichgitter 14 verwendet, um Nichtlinearitäten einzueichen, siehe Figur 4 und Anspruch 1. Die Geometrie eines Tiefensensors gleicht der eines Bildabtasters, so daß es für den Fachmann auf der Hand liegt, die bekannte Eichfläche nun auch vorteilhaft bei einem Tiefensensor anzuwenden, oder mit anderen Worten einen Eichgang vorzuschalten. Eine ebene Eichfläche ist auch vorzugsweise in den Zeilen 9,10 auf Seite 9 der in Frage stehenden Anmeldung erwähnt. Für den Eichgang wird man in einfachster Weise das vorhandene Laserbearbeitungslicht in abgeschwächter Form benutzen ( Ansprüche 1,18 ), welches eine Optik benutzt ( Ansprüche 2,19 ). Damit sind aber Verfahren und Vorrichtungen nach den Ansprüchen 1,2,7,18,19 in naheliegender Weise gewonnen.

Der Vorgänger DE-A1-4200632 benutzt eine Regelung oder veränderliche Programmierung, Spalte 7 Zeilen 52-54. Diese wird der Fachmann auch naheliegend vorteilhaft bei einer schichtweisen Gesenkerstellung benutzen, um präzise Maße zu ermöglichen, womit Verfahren und Vorrichtungen nach den Ansprüchen 10,13, 22,25 in naheliegender Weise erreicht sind. Die zusätzlichen Schritte und Merkmale in den entsprechenden abhängigen Ansprüchen erscheinen handwerklich, so daß die Ansprüche 1-27 als nicht das Kriterium nach Artikel 33(3) PCT erfüllend angesehen werden.

**Punkt VIII:**

Eine Benutzung des sonst zur Werkstückbearbeitung verwendeten Lichts in den Ansprüchen 1,18 ( Zeilen 6,12 ) ist mit dem ursprünglichen Anspruch 2 nicht klar herleitbar, denn dort ist lediglich von einem von der Bearbeitungsstelle ausgehenden Licht die Rede. Eine bereichsweise Benutzung der gleichen Optik in den Ansprüchen 2,19 ( Zeilen 7,12 ) ist aus dem letzten Absatz auf Seite 8 nicht klar her-



leitbar, denn dort ist die Messung beschrieben und nicht die vorherige Eichung, die im zweiten Absatz auf Seite 9 abgehandelt ist und eine derartige Benutzung nicht klar enthält. Bei der vorliegenden knappen Offenbarung wird man vom gegebenen Wortlaut kaum abweichen können. Artikel 34(2b) PCT.

03 NOV. 2000

## Neue Ansprüche

1. Verfahren zum Eichen eines Tiefensensors einer Laserbearbeitungsvorrichtung, mit der in der Fläche eines Werkstückes ein Gesenk ausgebildet werden kann,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Tiefen von Meßpunkten auf einer Eichfläche mit bekannter Form gemessen werden, wobei der Tiefensensor ein sonst zur Werkstückbearbeitung auf die Bearbeitungsstelle gestrahltes und davon wieder ausgehendes Licht zur Tiefenmessung heranzieht,  
die Meßwerte mit den an den jeweiligen Meßpunkten der Eichfläche bekannten Werten verglichen werden, und  
Korrekturwerte nach Maßgabe von Unterschieden zwischen Meßwerten und bekannten Werten zusammen mit den jeweiligen Koordinaten oder an Speicherstellen entsprechend den jeweiligen Koordinaten gespeichert werden.
2. Verfahren zum Eichen eines Tiefensensors einer Laserbearbeitungsvorrichtung, mit der in der Fläche eines Werkstückes ein Gesenk ausgebildet werden kann,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Tiefen von Meßpunkten auf einer Eichfläche mit bekannter Form gemessen werden, wobei das vom Tiefensensor ausgewertete Leuchten zumindest bereichsweise die gleiche Optik wie ein bearbeitender Laserstrahl durchläuft, die Meßwerte mit den an den jeweiligen Meßpunkten der Eichfläche bekannten Werten verglichen werden, und  
Korrekturwerte nach Maßgabe von Unterschieden zwischen Meßwerten und bekannten Werten zusammen mit den jeweiligen Koordinaten oder an Speicherstellen entsprechend den jeweiligen Koordinaten gespeichert werden.
18. Vorrichtung zur Tiefenmessung in einem Gesenk (10), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei das Gesenk (10) durch eine Laserbearbeitungsvorrichtung (12-18) erzeugt wird, die das Laserlicht mit Hilfe einer Laserstrahlführung innerhalb eines durch die Vorrichtung vorgegebenen Bearbeitungsbereichs über die Fläche des Werkstücks führt, mit

GEÄNDERTES BLATT

einem Tiefensensor (70, 71), der ein von der Bearbeitungsstelle ausgehendes Licht zur Tiefenmessung heranzieht und einen Meßwert erzeugt, gekennzeichnet durch  
 eine Eichvorrichtung (72-74), die zur Vermessung einer vorzugsweise ebenen Eichfläche ausgelegt ist, wobei der Tiefensensor bei der Eichung das sonst zur Werkstückbearbeitung auf die Bearbeitungsstelle gestrahlte und davon wieder ausgehende Licht zur Tiefenmessung heranzieht,  
 und einen Speicher (73) zur Abspeicherung von Korrekturwerten nach Maßgabe von Unterschieden zwischen Meßwerten und bekannten Werten zusammen mit den jeweiligen Koordinaten oder an Speicherstellen entsprechend den jeweiligen Koordinaten aufweist, und  
 eine Korrekturvorrichtung (74, 75), die den Meßwert nach Maßgabe der Position der Stelle bezugnehmend auf die im Speicher (74) gespeicherten Korrekturwerte korrigiert.

19. Vorrichtung zur Tiefenmessung in einem Gesenk (10), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei das Gesenk (10) durch eine Laserbearbeitungsvorrichtung (12-18) erzeugt wird, die das Laserlicht mit Hilfe einer Laserstrahlführung innerhalb eines durch die Vorrichtung vorgegebenen Bearbeitungsbereichs über die Fläche des Werkstücks führt, mit  
 einem Tiefensensor (70, 71), der ein von der Bearbeitungsstelle ausgehendes Licht zur Tiefenmessung heranzieht und einen Meßwert erzeugt, gekennzeichnet durch  
 eine Eichvorrichtung (72-74), die zur Vermessung einer vorzugsweise ebenen Eichfläche ausgelegt ist, wobei das vom Tiefensensor bei der Eichung ausgewertete Leuchten zumindest bereichsweise die gleiche Optik wie ein bearbeitender Laserstrahl durchläuft, und  
 einen Speicher (73) zur Abspeicherung von Korrekturwerten nach Maßgabe von Unterschieden zwischen Meßwerten und bekannten Werten zusammen mit den jeweiligen Koordinaten oder an Speicherstellen entsprechend den jeweiligen Koordinaten aufweist, und  
 eine Korrekturvorrichtung (74, 75), die den Meßwert nach Maßgabe der Position der Stelle bezugnehmend auf die im Speicher (74) gespeicherten Korrekturwerte korrigiert.

20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrektur additiv und/oder multiplikativ erfolgt.
21. Vorrichtung nach Anspruch 18, 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß eine Korrektur nach Maßgabe der Gesenktiefe erfolgt.
22. Vorrichtung zur Herstellung eines definiert geformten Gesenks (10) in einem Werkstück (11), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 10 bis 12, mit  
einer Laserbearbeitungsvorrichtung (12-18), die schichtweise Material des Werkstücks (11) in horizontalen Schichten ( $S_i$ ;  $x$ ,  $y$ ) entsprechend der definierten Form abträgt, und  
einer Meßvorrichtung (70-73), insbesondere nach einem der Ansprüche 18 bis 21, die die Gesenktiefe ( $z$ ) fortlaufend mißt,  
gekennzeichnet durch  
eine Steuervorrichtung (81), die die Grenzen ( $x_g$ ,  $y_g$ ) in horizontaler Richtung für den Abtrag in einer folgenden Schicht ( $S_{i+1}$ ) nach Maßgabe der Gesenktiefe ( $z$ ) aus der Formdefinition ermittelt.
23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuervorrichtung eine Ermittlungseinrichtung (82) zum Ermitteln der Dicke ( $\Delta z$ ) einer abgetragenen Schicht ( $S_i$ ) aus gemessenen Gesenktiefen aufweist, und wobei die Steuervorrichtung (81) die Grenzen ( $x_g$ ,  $y_g$ ) in horizontaler Richtung für den Abtrag in einer folgenden Schicht ( $S_{i+1}$ ) auch nach Maßgabe der ermittelten Schichtdicke ( $\Delta z$ ) aus der Formdefinition ermittelt.
24. Vorrichtung nach Anspruch 22 oder 23, gekennzeichnet durch einen Speicher (83) zur Speicherung der Formdefinition des Gesenks (10).
25. Vorrichtung, insbesondere nach einem der Ansprüche 22 bis 24, zur Herstellung eines definiert geformten Gesenks (10) in einem Werkstück (11), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 13 bis 17, mit  
einer Laserbearbeitungsvorrichtung (12-18), die schichtweise Material des Werkstücks (11) entsprechend der definierten Form abträgt, und  
einer Meßvorrichtung, insbesondere nach einem der Ansprüche 18 bis 21, die die Gesenktiefe ( $z$ ) fortlaufend mißt,

gekennzeichnet durch  
 eine Speichervorrichtung (91), die die Meßwerte fortlaufend zusammen mit  
 den jeweiligen Koordinaten oder an Speicherstellen entsprechend den jeweili-  
 gen Koordinaten speichert, und  
 eine Steuervorrichtung (63, 92,93), die die Laserbearbeitungsvorrichtung (12-  
 18) nach Maßgabe der gespeicherten Meßwerte ansteuert.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuervor-  
 richtung einen gespeicherten Meßwert verwendet, wenn innerhalb derselben  
 Schicht der Laser sich in der Nähe der dem Meßwert entsprechenden Stelle  
 befindet und/oder wenn in einer tieferen Schicht der Laser sich in der Nähe  
 oder an der dem Meßwert entsprechenden Stelle befindet.
27. Vorrichtung nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, daß die  
 Steuervorrichtung einen Meßwert zur augenblicklichen oder späteren Einstel-  
 lung von Wechselwirkungsparametern des Laserstrahls heranzieht.

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 6 G01B11/02 B23K26/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 6 G01B B23K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 31 17 556 A (FERRANTI) 19. Mai 1982 siehe Anspruch 1; Abbildung 4 ---	1,7,18
X	DE 40 11 780 C (HERR LANGER) 26. September 1991 siehe Anspruch 1; Abbildung 2 ---	1,7,18
X	DE 42 00 632 A (MAHO) 15. Juli 1993  siehe Spalte 2, Zeile 24 - Zeile 29 siehe Spalte 7, Zeile 52 - Zeile 54; Abbildung 2 -----	10,13, 21,24



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. Mai 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/06/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mielke, W

## PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

3

Applicant's or agent's file reference 157-53.563PCT-gö	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP98/06225	International filing date (day/month/year) 30 September 1998 (30.09.98)	Priority date (day/month/year)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G01B 11/02		
Applicant LASERTEC GMBH		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 6 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 4 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☒ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☒ Certain observations on the international application

RECEIVED  
FEB 06 2002  
TC 1700

Date of submission of the demand 04 January 2000 (04.01.00)	Date of completion of this report 19 December 2000 (19.12.2000)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP98/06225

## I. Basis of the report

## 1. With regard to the elements of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
pages 1-15, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the claims:  
pages 3-17, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages 1,2,18-27, filed with the letter of 03 November 2000 (03.11.2000)
- ☒ the drawings:  
pages 1/7-7/7, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

## 2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

## 3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.



# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP98/06225

## IV. Lack of unity of invention

1. In response to the invitation to restrict or pay additional fees the applicant has:

- ☐ restricted the claims.
- ☐ paid additional fees.
- ☐ paid additional fees under protest.
- ☐ neither restricted nor paid additional fees.

2. ☒ This Authority found that the requirement of unity of invention is not complied with and chose, according to Rule 68.1, not to invite the applicant to restrict or pay additional fees.

3. This Authority considers that the requirement of unity of invention in accordance with Rules 13.1, 13.2 and 13.3 is

- ☐ complied with.
- ☒ not complied with for the following reasons:

See annex

4. Consequently, the following parts of the international application were the subject of international preliminary examination in establishing this report:

- ☒ all parts.
- ☐ the parts relating to claims Nos. \_\_\_\_\_

**Supplemental Box**

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: IV

Although depth sensor calibration aids the adjustment owing to its accuracy, an adjustment of this type is also possible without calibration. A common general inventive concept is not discernable (PCT Rule 13.1). Only a single independent claim is necessary for a clear statement of claim (PCT Article 6).

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/EP 98/06225

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-27	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims		YES
	Claims	1-27	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-27	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

The independent claims are Claims 1, 2, 7, 10, 13, 18, 19, 22 and 25. Claims 1 and 2 relate to calibration methods; Claim 7 to measuring methods; Claims 10 and 13 to production methods; Claims 18 and 19 to measuring devices; and 22 and 25 to production devices.

In DE-A1-31 17 556, a calibration grating 14 is used in an image scanner for correcting non-linearities (see Figure 4 and Claim 1). The geometry of a depth sensor is the same as that of an image scanner and a person skilled in the art therefore knows to use, also advantageously, the known calibration surface in a depth sensor or, in other words, to add a calibration process. A level calibration surface is also preferred on page 9, lines 9-10 of the present application. To carry out the calibration process in the simplest manner, a person skilled in the art would use the existing laser processing light in weakened form (Claims 1 and 18), which uses an optic (Claims 2 and 19). The methods and devices according to Claims 1, 2, 7, 18 and 19 are therefore derived in an obvious way.

DE-A1-42 00 632 uses a control system or variable programming (column 7, lines 52-54). A person skilled in the art would also clearly use this advantageously in layer-by-layer die production in order to permit precise measurement, and the methods and devices according to

**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

International application No.

PCT/EP 98/06225

Claims 10, 13, 22 and 25 are therefore obvious. The additional steps and features in the corresponding dependent claims appear to be purely mechanical, and Claims 1 to 27 are therefore not regarded as meeting the criterion of PCT Article 33(3).

**VIII. Certain observations on the international application**

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

A use of the light otherwise used for machining workpieces in Claims 1 and 18 (lines 6 and 12) is not clearly derivable from the original Claim 2, since that claim mentions only a light radiating from the machining point. A use of the same optic over a range in Claims 2 and 19 (lines 7 and 12) is not clearly derivable from the last paragraph on page 8, since that passage describes the measurement and not the prior calibration, which is described in the second paragraph on page 9 and does not appear to involve a use of this type. It does not appear possible to diverge from the original wording in the present concise disclosure leaves scarcely any room to depart from the original wording (PCT Article 34(2)(b)).

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Aösender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

An:

BEETZ & PARTNER  
Steindorfstrasse 10  
D-80538 München  
ALLEMAGNE

Eingang 2 0. DEZ. 2000

Frist 30. März 2001

PCT

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG  
DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNGSBERICHTS  
(Regel 71.1 PCT)

Anmeldedatum

(Tag/Monat/Jahr)

19. 12. 00

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts

157-53.563PCT-gö

WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP98/06225

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)

30/09/1998

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)

30/09/1998

Anmelder

LCTEC LASER- UND COMPUTERTECHNIK GMBH et al.

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

#### 4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde



Europäisches Patentamt  
D-80298 München  
Tel. +49 89 2399 - 0 · Tx: 523656 epmu d  
Fax: +49 89 2399 - 4465

Bevollmächtigter Bediensteter

De Caemel, J.-M

Tel. +49 89 2399-2557



# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT



(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 157-53.563PCT-gö	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP98/06225	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 30/09/1998	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 30/09/1998
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G01B11/02		
Anmelder LC TEC LASER- UND COMPUTERTECHNIK GMBH et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
  
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).  
  
Diese Anlagen umfassen insgesamt 4 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☒ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  04/01/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  19. 12. 00
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Mielke, W  Tel. Nr. +49 89 2399 2661  

**I. Grundlage des Berichts**

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

**Beschreibung, Seiten:**

1-15                      ursprüngliche Fassung

**Patentansprüche, Nr.:**

3-17                      ursprüngliche Fassung

1,2,18-27              eingegangen am                      03/11/2000    mit Schreiben vom    03/11/2000

**Zeichnungen, Blätter:**

1/7-7/7                      ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.



# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP98/06225

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:
- ☐ Ansprüche,      Nr.:
- ☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## IV. Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung

1. Auf die Aufforderung zur Einschränkung der Ansprüche oder zur Zahlung zusätzlicher Gebühren hat der Anmelder:

- ☐ die Ansprüche eingeschränkt.
- ☐ zusätzliche Gebühren entrichtet.
- ☐ zusätzliche Gebühren unter Widerspruch entrichtet.
- ☐ weder die Ansprüche eingeschränkt noch zusätzliche Gebühren entrichtet.

2. ☒ Die Behörde hat festgestellt, daß das Erfordernis der Einheitlichkeit der Erfindung nicht erfüllt ist, und hat gemäß Regel 68.1 beschlossen, den Anmelder nicht zur Einschränkung der Ansprüche oder zur Zahlung zusätzlicher Gebühren aufzufordern.

3. Die Behörde ist der Auffassung, daß das Erfordernis der Einheitlichkeit der Erfindung nach den Regeln 13.1, 13.2 und 13.3

- ☐ erfüllt ist
- ☒ aus folgenden Gründen nicht erfüllt ist:  
**siehe Beiblatt**

4. Daher wurde zur Erstellung dieses Berichts eine internationale vorläufige Prüfung für folgende Teile der internationalen Anmeldung durchgeführt:

- ☒ alle Teile.
- ☐ die Teile, die sich auf die Ansprüche Nr. beziehen.

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP98/06225

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

### 1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-27
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	
	Nein: Ansprüche	1-27
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-27
	Nein: Ansprüche	

### 2. Unterlagen und Erklärungen siehe Beiblatt

## VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:  
siehe Beiblatt

**Punkt IV:**

Die Tiefensensoreichung begünstigt zwar durch ihre Genauigkeit eine Regelung, doch ist eine derartige Regelung auch ohne Eichung möglich. Eine verbindende allgemeine erfinderische Idee ist nicht erkennbar. Regel 13.1 PCT. Für ein klares Anspruchsbegehren ist lediglich ein einziger unabhängiger Anspruch notwendig. Artikel 6 PCT.

**Punkt V:**

Es liegen unabhängige Ansprüche 1,2,7,10,13,18,19,22,25 vor. Dabei betreffen die Ansprüche 1,2 Eichverfahren; 7 Meßverfahren; 10,13 Herstellungsverfahren; 18,19 Meßvorrichtungen; und 22,25 Herstellungsvorrichtungen.

In der DE-A1-3117556 wird bei einem Bildabtaster ein Eichgitter 14 verwendet, um Nichtlinearitäten einzueichen, siehe Figur 4 und Anspruch 1. Die Geometrie eines Tiefensensors gleicht der eines Bildabtasters, so daß es für den Fachmann auf der Hand liegt, die bekannte Eichfläche nun auch vorteilhaft bei einem Tiefensensor anzuwenden, oder mit anderen Worten einen Eichgang vorzuschalten. Eine ebene Eichfläche ist auch vorzugsweise in den Zeilen 9,10 auf Seite 9 der in Frage stehenden Anmeldung erwähnt. Für den Eichgang wird man in einfachster Weise das vorhandene Laserbearbeitungslicht in abgeschwächter Form benutzen (Ansprüche 1,18), welches eine Optik benutzt (Ansprüche 2,19). Damit sind aber Verfahren und Vorrichtungen nach den Ansprüchen 1,2,7,18,19 in naheliegender Weise gewonnen.

Der Vorgänger DE-A1-4200632 benutzt eine Regelung oder veränderliche Programmierung, Spalte 7 Zeilen 52-54. Diese wird der Fachmann auch naheliegend vorteilhaft bei einer schichtweisen Gesenkerherstellung benutzen, um präzise Maße zu ermöglichen, womit Verfahren und Vorrichtungen nach den Ansprüchen 10,13, 22,25 in naheliegender Weise erreicht sind. Die zusätzlichen Schritte und Merkmale in den entsprechenden abhängigen Ansprüchen erscheinen handwerklich, so daß die Ansprüche 1-27 als nicht das Kriterium nach Artikel 33(3) PCT erfüllend angesehen werden.

**Punkt VIII:**

Eine Benutzung des sonst zur Werkstückbearbeitung verwendeten Lichts in den Ansprüchen 1,18 (Zeilen 6,12) ist mit dem ursprünglichen Anspruch 2 nicht klar herleitbar, denn dort ist lediglich von einem von der Bearbeitungsstelle ausgehenden Licht die Rede. Eine bereichsweise Benutzung der gleichen Optik in den Ansprüchen 2,19 (Zeilen 7,12) ist aus dem letzten Absatz auf Seite 8 nicht klar her-

leitbar, denn dort ist die Messung beschrieben und nicht die vorherige Eichung, die im zweiten Absatz auf Seite 9 abgehandelt ist und eine derartige Benutzung nicht klar enthält. Bei der vorliegenden knappen Offenbarung wird man vom gegebenen Wortlaut kaum abweichen können. Artikel 34(2b) PCT.

03 NOV. 2000

## Neue Ansprüche

1. Verfahren zum Eichen eines Tiefensensors einer Laserbearbeitungsvorrichtung, mit der in der Fläche eines Werkstückes ein Gesenk ausgebildet werden kann,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Tiefen von Meßpunkten auf einer Eichfläche mit bekannter Form gemessen werden, wobei der Tiefensensor ein sonst zur Werkstückbearbeitung auf die Bearbeitungsstelle gestrahltes und davon wieder ausgehendes Licht zur Tiefenmessung heranzieht,  
die Meßwerte mit den an den jeweiligen Meßpunkten der Eichfläche bekannten Werten verglichen werden, und  
Korrekturwerte nach Maßgabe von Unterschieden zwischen Meßwerten und bekannten Werten zusammen mit den jeweiligen Koordinaten oder an Speicherstellen entsprechend den jeweiligen Koordinaten gespeichert werden.
2. Verfahren zum Eichen eines Tiefensensors einer Laserbearbeitungsvorrichtung, mit der in der Fläche eines Werkstückes ein Gesenk ausgebildet werden kann,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Tiefen von Meßpunkten auf einer Eichfläche mit bekannter Form gemessen werden, wobei das vom Tiefensensor ausgewertete Leuchten zumindest bereichsweise die gleiche Optik wie ein bearbeitender Laserstrahl durchläuft,  
die Meßwerte mit den an den jeweiligen Meßpunkten der Eichfläche bekannten Werten verglichen werden, und  
Korrekturwerte nach Maßgabe von Unterschieden zwischen Meßwerten und bekannten Werten zusammen mit den jeweiligen Koordinaten oder an Speicherstellen entsprechend den jeweiligen Koordinaten gespeichert werden.
18. Vorrichtung zur Tiefenmessung in einem Gesenk (10), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei das Gesenk (10) durch eine Laserbearbeitungsvorrichtung (12-18) erzeugt wird, die das Laserlicht mit Hilfe einer Laserstrahlführung innerhalb eines durch die Vorrichtung vorgegebenen Bearbeitungsbereichs über die Fläche des Werkstücks führt, mit

GEÄNDERTES BLATT

einem Tiefensensor (70, 71), der ein von der Bearbeitungsstelle ausgehendes Licht zur Tiefenmessung heranzieht und einen Meßwert erzeugt, gekennzeichnet durch  
 eine Eichvorrichtung (72-74), die zur Vermessung einer vorzugsweise ebenen Eichfläche ausgelegt ist, wobei der Tiefensensor bei der Eichung das sonst zur Werkstückbearbeitung auf die Bearbeitungsstelle gestrahlte und davon wieder ausgehende Licht zur Tiefenmessung heranzieht,  
 und einen Speicher (73) zur Abspeicherung von Korrekturwerten nach Maßgabe von Unterschieden zwischen Meßwerten und bekannten Werten zusammen mit den jeweiligen Koordinaten oder an Speicherstellen entsprechend den jeweiligen Koordinaten aufweist, und  
 eine Korrekturvorrichtung (74, 75), die den Meßwert nach Maßgabe der Position der Stelle bezugnehmend auf die im Speicher (74) gespeicherten Korrekturwerte korrigiert.

19. Vorrichtung zur Tiefenmessung in einem Gesenk (10), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei das Gesenk (10) durch eine Laserbearbeitungsvorrichtung (12-18) erzeugt wird, die das Laserlicht mit Hilfe einer Laserstrahlführung innerhalb eines durch die Vorrichtung vorgegebenen Bearbeitungsbereichs über die Fläche des Werkstücks führt, mit  
 einem Tiefensensor (70, 71), der ein von der Bearbeitungsstelle ausgehendes Licht zur Tiefenmessung heranzieht und einen Meßwert erzeugt, gekennzeichnet durch  
 eine Eichvorrichtung (72-74), die zur Vermessung einer vorzugsweise ebenen Eichfläche ausgelegt ist, wobei das vom Tiefensensor bei der Eichung ausgewertete Leuchten zumindest bereichsweise die gleiche Optik wie ein bearbeitender Laserstrahl durchläuft, und  
 einen Speicher (73) zur Abspeicherung von Korrekturwerten nach Maßgabe von Unterschieden zwischen Meßwerten und bekannten Werten zusammen mit den jeweiligen Koordinaten oder an Speicherstellen entsprechend den jeweiligen Koordinaten aufweist, und  
 eine Korrekturvorrichtung (74, 75), die den Meßwert nach Maßgabe der Position der Stelle bezugnehmend auf die im Speicher (74) gespeicherten Korrekturwerte korrigiert.

20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrektur additiv und/oder multiplikativ erfolgt.
21. Vorrichtung nach Anspruch 18, 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß eine Korrektur nach Maßgabe der Gesenktiefe erfolgt.
22. Vorrichtung zur Herstellung eines definiert geformten Gesenks (10) in einem Werkstück (11), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 10 bis 12, mit  
 einer Laserbearbeitungsvorrichtung (12-18), die schichtweise Material des Werkstücks (11) in horizontalen Schichten ( $S_i$ ;  $x$ ,  $y$ ) entsprechend der definierten Form abträgt, und  
 einer Meßvorrichtung (70-73), insbesondere nach einem der Ansprüche 18 bis 21, die die Gesenktiefe ( $z$ ) fortlaufend mißt,  
 gekennzeichnet durch  
 eine Steuervorrichtung (81), die die Grenzen ( $x_g$ ,  $y_g$ ) in horizontaler Richtung für den Abtrag in einer folgenden Schicht ( $S_{i+1}$ ) nach Maßgabe der Gesenktiefe ( $z$ ) aus der Formdefinition ermittelt.
23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuervorrichtung eine Ermittlungseinrichtung (82) zum Ermitteln der Dicke ( $\Delta z$ ) einer abgetragenen Schicht ( $S_i$ ) aus gemessenen Gesenktiefen aufweist, und wobei die Steuervorrichtung (81) die Grenzen ( $x_g$ ,  $y_g$ ) in horizontaler Richtung für den Abtrag in einer folgenden Schicht ( $S_{i+1}$ ) auch nach Maßgabe der ermittelten Schichtdicke ( $\Delta z$ ) aus der Formdefinition ermittelt.
24. Vorrichtung nach Anspruch 22 oder 23, gekennzeichnet durch einen Speicher (83) zur Speicherung der Formdefinition des Gesenks (10).
25. Vorrichtung, insbesondere nach einem der Ansprüche 22 bis 24, zur Herstellung eines definiert geformten Gesenks (10) in einem Werkstück (11), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 13 bis 17, mit  
 einer Laserbearbeitungsvorrichtung (12-18), die schichtweise Material des Werkstücks (11) entsprechend der definierten Form abträgt, und  
 einer Meßvorrichtung, insbesondere nach einem der Ansprüche 18 bis 21, die die Gesenktiefe ( $z$ ) fortlaufend mißt,

gekennzeichnet durch  
eine Speichervorrichtung (91), die die Meßwerte fortlaufend zusammen mit den jeweiligen Koordinaten oder an Speicherstellen entsprechend den jeweiligen Koordinaten speichert, und  
eine Steuervorrichtung (63, 92, 93), die die Laserbearbeitungsvorrichtung (12-18) nach Maßgabe der gespeicherten Meßwerte ansteuert.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuervorrichtung einen gespeicherten Meßwert verwendet, wenn innerhalb derselben Schicht der Laser sich in der Nähe der dem Meßwert entsprechenden Stelle befindet und/oder wenn in einer tieferen Schicht der Laser sich in der Nähe oder an der dem Meßwert entsprechenden Stelle befindet.
27. Vorrichtung nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuervorrichtung einen Meßwert zur augenblicklichen oder späteren Einstellung von Wechselwirkungsparametern des Laserstrahls heranzieht.



**TRANSLATION OF THE ANNEXES TO  
THE INTERNATIONAL PRELIMINARY  
EXAMINATION REPORT -  
AMENDMENTS UNDER ARTICLE  
34 PCT**

## NEW CLAIMS

1. Method for calibrating a depth sensor of a laser processing device by which a hollow can be formed in the surface of a workpiece, characterised in that  
the depths of the measuring points are measured on a calibration surface of known shape, the depth sensor using for the depth measurement light otherwise emitted onto the working position for workpiece processing and again emitted therefrom,  
the measured values are compared with known values at the respective measuring points of the calibration surface, and  
correction values depending on differences between the measured values and the known values are stored together with the respective coordinates or at memory locations corresponding to the respective coordinates.
2. Method for calibrating a depth sensor of a laser processing device by which a hollow can be formed in the surface of a workpiece, characterised in that  
the depths of measuring points on a calibrating surface of known shape are measured, the light analysed by the depth sensor passing at least sections of the same optics as a processing laser beam and the measured values being compared with the known values at the respective measuring points of the calibration surfaces, and  
correction values depending on differences between measured values and known values are stored together with the respective coordinates or in memory locations corresponding to the respective coordinates.
18. Apparatus for a depth measurement in a hollow (10), particularly for carrying out the method according to one of the claims 7 to 9, the hollow (10) being generated by a laser processing device (12 - 18) guiding the laser light across the surface of the workpiece within a working area predetermined by the device with the aid of a laser beam guide, comprising

a depth sensor (70, 71) using light emitted from the working position for the depth measurement and generating a measured value,

characterised by

a calibrating device (72 - 74) suitable for measuring a preferably plane calibration surface, the depth sensor using for the calibration light otherwise emitted to the working position for workpiece processing and again emitted therefrom, and

a memory (73) for storing correction values depending on differences between measured values and known values together with the respective coordinates or in memory locations corresponding to the respective coordinates, and

a correction device (74, 75) correcting the measured value depending on the position of the location and with reference to the correction values stored in the memory (74).

19. Apparatus for the depth measurement in a hollow (10), particularly for carrying out the method according to one of the claims 7 to 9, the hollow (10) being produced by a laser processing device (12 - 18) guiding the laser light across the surface of the workpiece within a working area predetermined by the device with the aid of a laser beam guidance, comprising
  - a depth sensor (70, 71) using light emitted by the working position for the depth measurement and generating a measured value,
  - characterised by
    - a calibration device (72 - 74) suitable for measuring a preferably plane calibration surface, the light analysed by the depth sensor during the calibration passing at least parts of the same optics as a processing laser beam, and
    - a memory (73) for storing correction values depending on differences between measured values and known values together with the respective coordinates or in memory locations corresponding to the respective coordinates, and
    - a correction device (74, 75) correcting the measured value depending on the position of the location and with reference to the correction values stored in the memory (74).

20. Apparatus according to claim 18 or 19, characterised in that a correction is effected by addition and/or by multiplication.
21. Apparatus according to claim 18, 19 or 20, characterised in that a correction is effected depending on the depth of the hollow.
22. Apparatus for producing a hollow (10) of defined shape in a workpiece (11), particularly for carrying out the method according to one of the claims 10 to 12, comprising
  - a laser processing device (12 - 18) for a layer-wise removal of the material of the workpiece (11) in horizontal layers ( $S$ ;  $x$ ,  $y$ ) in correspondence with the defined shape, and
  - a measuring device (70 - 73), particularly according to one of the claims 18 to 21, continuously measuring the depth ( $z$ ) of the hollow,
  - characterised by
  - a control unit (81) determining the boundaries ( $x_g$ ,  $y_g$ ) in the horizontal direction for the substance removal in a subsequent layer ( $S_{i+1}$ ) depending on the depth ( $z$ ) of the hollow and from the shape definition.
23. Apparatus according to claim 22, characterised in that the control unit comprises determining means (82) for determining the thickness ( $\Delta z$ ) of a removed layer ( $S_i$ ) from measured hollow depths, the control unit (81) also determining the boundaries ( $x_g$ ,  $y_g$ ) in the horizontal direction for the substance removal in a subsequent layer ( $S_{i+1}$ ) from the shape definition and depending on the determined layer thickness ( $\Delta z$ ).
24. Apparatus according to claim 22 or 23, characterised by a memory (83) for storing the shape definition of the hollow (10).

25. Apparatus, particularly according to one of the claims 22 to 24, for producing a hollow (10) of defined shape in a workpiece (11), particularly for carrying out the method according to one of the claims 13 to 17, comprising a laser processing device (12 - 18) for the layer-wise removal of the material of the workpiece (11) in correspondence with the defined shape, and a measuring device, particularly according to one of the claims 18 to 21, continuously measuring the hollow depth (z),
- characterised by
- a memory device (91) continuously storing the measured values together with the respective coordinates or in memory locations corresponding to the respective coordinates, and
- a control unit (63, 92, 93) controlling the laser processing device (12 - 18) depending on the stored measured values.
26. Apparatus according to claim 25, characterised in that the control unit uses a stored measured value when the laser is positioned close to the position corresponding to the measured value within the same layer and/or when the laser is positioned close to or at the position corresponding to the measured value in a lower layer.
27. Apparatus according to claim 25 or 26, characterised in that the control unit uses a measured value for an immediate or later adjustment of interaction parameters of the laser beam.

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

PCT

An  
BEETZ & PARTNER  
Steinsdorfstr. 10  
D-80538 München  
GERMANY

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERMITTLUNG DES  
INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHTS  
ODER DER ERKLÄRUNG

(Regel 44.1 PCT)

**Eingang - 7. JUNI 1999**  
**Frist - 2. Aug. 1999**

Absenddatum  
(Tag/Monat/Jahr)

02/06/1999

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts  
157-53563PCT

**WEITERES VORGEHEN** siehe Punkte 1 und 4 unten

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 98/06225

Internationales Anmeldedatum  
(Tag/Monat/Jahr) 30/09/1998

Anmelder

LCTEC LASER- UND COMPUTERTECHNIK GMBH et al.

1. ☒ Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß der internationale Recherchenbericht erstellt wurde und ihm hiermit übermittelt wird.  
**Einreichung von Änderungen und einer Erklärung nach Artikel 19:**  
 Der Anmelder kann auf eigenen Wunsch die Ansprüche der internationalen Anmeldung ändern (siehe Regel 46):  
  
**Bis wann sind Änderungen einzureichen?**  
 Die Frist zur Einreichung solcher Änderungen beträgt üblicherweise zwei Monate ab der Übermittlung des internationalen Recherchenberichts; weitere Einzelheiten sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt zu entnehmen.  
  
**Wo sind Änderungen einzureichen?**  
 Unmittelbar beim Internationalen Büro der WIPO, 34, CHEMIN des Colombettes, CH-1211 Genf 20,  
 Telefaxnr.: (41-22) 740.14.35  
  
**Nähere Hinweise** sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt zu entnehmen.
2. ☐ Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß kein internationaler Recherchenbericht erstellt wird und daß ihm hiermit die Erklärung nach Artikel 17(2)a übermittelt wird.
3. ☐ **Hinsichtlich des Widerspruchs** gegen die Entrichtung einer zusätzlichen Gebühr (zusätzlicher Gebühren) nach Regel 40.2 wird dem Anmelder mitgeteilt, daß
 

☐ der Widerspruch und die Entscheidung hierüber zusammen mit seinem Antrag auf Übermittlung des Wortlauts sowohl des Widerspruchs als auch der Entscheidung hierüber an die Bestimmungsbüro dem Internationalen Büro übermittelt worden sind.  
  
☐ noch keine Entscheidung über den Widerspruch vorliegt; der Anmelder wird benachrichtigt, sobald eine Entscheidung getroffen wurde.
4. **Weiteres Vorgehen:** Der Anmelder wird auf folgendes aufmerksam gemacht:  
 Kurz nach Ablauf von **18 Monaten** seit dem Prioritätsdatum wird die internationale Anmeldung vom Internationalen Büro veröffentlicht. Will der Anmelder die Veröffentlichung verhindern oder auf einen späteren Zeitpunkt verschieben, so muß gemäß Regel 90 bis 90<sup>bis</sup> 3 vor Abschluß der technischen Vorbereitungen für die internationale Veröffentlichung eine Erklärung über die Zurücknahme der internationalen Anmeldung oder des Prioritätsanspruchs beim Internationalen Büro eingehen.  
  
 Innerhalb von **19 Monaten** seit dem Prioritätsdatum ist ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung einzureichen, wenn der Anmelder den Eintritt in die nationale Phase bis zu 30 Monaten seit dem Prioritätsdatum (in manchen Ämtern sogar noch länger) verschieben möchte.  
  
 Innerhalb von **20 Monaten** seit dem Prioritätsdatum muß der Anmelder die für den Eintritt in die nationale Phase vorgeschriebenen Handlungen vor allen Bestimmungsbüro vornehmen, die nicht innerhalb von 19 Monaten seit dem Prioritätsdatum in der Anmeldung oder einer nachträglichen Auswahlerklärung ausgewählt wurden oder nicht ausgewählt werden konnten, da für sie Kapitel II des Vertrages nicht verbindlich ist.

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL-2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter  
  
 Roger Thomas

## ANMERKUNGEN ZU FORMBLATT PCT/ISA/220

Diese Anmerkungen sollen grundlegende Hinweise zur Einreichung von Änderungen gemäß Artikel 19 geben. Diesen Anmerkungen liegen die Erfordernisse des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (PCT), der Ausführungsordnung und der Verwaltungsrichtlinien zu diesem Vertrag zugrunde. Bei Abweichungen zwischen diesen Anmerkungen und obengenannten Texten sind letztere maßgebend. Nähere Einzelheiten sind dem PCT-Leitfaden für Anmelder, einer Veröffentlichung der WIPO, zu entnehmen.

Die in diesen Anmerkungen verwendeten Begriffe "Artikel", "Regel" und "Abschnitt" beziehen sich jeweils auf die Bestimmungen des PCT-Vertrags, der PCT-Ausführungsordnung bzw. der PCT-Verwaltungsrichtlinien.

### HINWEISE ZU ÄNDERUNGEN GEMÄSS ARTIKEL 19

Nach Erhalt des internationalen Recherchenberichts hat der Anmelder die Möglichkeit, einmal die Ansprüche der internationalen Anmeldung zu ändern. Es ist jedoch zu betonen, daß, da alle Teile der internationalen Anmeldung (Ansprüche, Beschreibung und Zeichnungen) während des internationalen vorläufigen Prüfungsverfahrens geändert werden können, normalerweise keine Notwendigkeit besteht, Änderungen der Ansprüche nach Artikel 19 einzureichen, außer wenn der Anmelder z. B. zum Zwecke eines vorläufigen Schutzes die Veröffentlichung dieser Ansprüche wünscht oder ein anderer Grund für eine Änderung der Ansprüche vor ihrer internationalen Veröffentlichung vorliegt. Weiterhin ist zu beachten, daß ein vorläufiger Schutz nur in einigen Staaten erhältlich ist.

#### Welche Teile der internationalen Anmeldung können geändert werden?

Im Rahmen von Artikel 19 können nur die Ansprüche geändert werden.

In der internationalen Phase können die Ansprüche auch nach Artikel 34 vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde geändert (oder nochmals geändert) werden. Die Beschreibung und die Zeichnungen können nur nach Artikel 34 vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde geändert werden.

Beim Eintritt in die nationale Phase können alle Teile der internationalen Anmeldung nach Artikel 28 oder gegebenenfalls Artikel 41 geändert werden.

#### Bis wann sind Änderungen einzureichen?

Innerhalb von zwei Monaten ab der Übermittlung des internationalen Recherchenberichts oder innerhalb von sechzehn Monaten ab dem Prioritätsdatum, je nachdem, welche Frist später abläuft. Die Änderungen gelten jedoch als rechtzeitig eingereicht, wenn sie dem Internationalen Büro nach Ablauf der maßgebenden Frist, aber noch vor Abschluß der technischen Vorbereitungen für die internationale Veröffentlichung (Regel 46.1) zugehen.

#### Wo sind die Änderungen nicht einzureichen?

Die Änderungen können nur beim Internationalen Büro, nicht aber beim Anmeldeamt oder der internationalen Recherchenbehörde eingereicht werden (Regel 46.2).

Falls ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung eingereicht wurde/wird, siehe unten.

#### In welcher Form können Änderungen erfolgen?

Eine Änderung kann erfolgen durch Streichung eines oder mehrerer ganzer Ansprüche, durch Hinzufügung eines oder mehrerer neuer Ansprüche oder durch Änderung des Wortlauts eines oder mehrerer Ansprüche in der eingereichten Fassung.

Für jedes Anspruchsblatt, das sich aufgrund einer oder mehrerer Änderungen von dem ursprünglich eingereichten Blatt unterscheidet, ist ein Ersatzblatt einzureichen.

Alle Ansprüche, die auf einem Ersatzblatt erscheinen, sind mit arabischen Ziffern zu numerieren. Wird ein Anspruch gestrichen, so brauchen die anderen Ansprüche nicht neu numeriert zu werden. Im Fall einer Neunumerierung sind die Ansprüche fortlaufend zu numerieren (Verwaltungsrichtlinien, Abschnitt 205 b)).

Die Änderungen sind in der Sprache abzufassen, in der die internationale Anmeldung veröffentlicht wird.

#### Welche Unterlagen sind den Änderungen beizufügen?

##### Begleitschreiben (Abschnitt 205 b)):

Die Änderungen sind mit einem Begleitschreiben einzureichen.

Das Begleitschreiben wird nicht zusammen mit der internationalen Anmeldung und den geänderten Ansprüchen veröffentlicht. Es ist nicht zu verwechseln mit der "Erklärung nach Artikel 19(1)" (siehe unten, "Erklärung nach Artikel 19 (1)").

Das Begleitschreiben ist nach Wahl des Anmelders in englischer oder französischer Sprache abzufassen. Bei englischsprachigen internationalen Anmeldungen ist das Begleitschreiben aber ebenfalls in englischer, bei französischsprachigen internationalen Anmeldungen in französischer Sprache abzufassen.

## ANMERKUNGEN ZU FORMBLATT PCT/ISA/220 (Fortsetzung)

Im Begleitschreiben sind die Unterschiede zwischen den Ansprüchen in der eingereichten Fassung und den geänderten Ansprüchen anzugeben. So ist insbesondere zu jedem Anspruch in der internationalen Anmeldung anzugeben (gleichlautende Angaben zu verschiedenen Ansprüchen können zusammengefaßt werden), ob

- i) der Anspruch unverändert ist;
- ii) der Anspruch gestrichen worden ist;
- iii) der Anspruch neu ist;
- iv) der Anspruch einen oder mehrere Ansprüche in der eingereichten Fassung ersetzt;
- v) der Anspruch auf die Teilung eines Anspruchs in der eingereichten Fassung zurückzuführen ist.

Im folgenden sind Beispiele angegeben, wie Änderungen im Begleitschreiben zu erläutern sind:

1. [Wenn anstelle von ursprünglich 48 Ansprüchen nach der Änderung einiger Ansprüche 51 Ansprüche existieren]:  
"Die Ansprüche 1 bis 29, 31, 32, 34, 35, 37 bis 48 werden durch geänderte Ansprüche gleicher Numerierung ersetzt; Ansprüche 30, 33 und 36 unverändert; neue Ansprüche 49 bis 51 hinzugefügt."
2. [Wenn anstelle von ursprünglich 15 Ansprüchen nach der Änderung aller Ansprüche 11 Ansprüche existieren]:  
"Geänderte Ansprüche 1 bis 11 treten an die Stelle der Ansprüche 1 bis 15."
3. [Wenn ursprünglich 14 Ansprüche existierten und die Änderungen darin bestehen, daß einige Ansprüche gestrichen werden und neue Ansprüche hinzugefügt werden]:  
Ansprüche 1 bis 6 und 14 unverändert; Ansprüche 7 bis 13 gestrichen; neue Ansprüche 15, 16 und 17 hinzugefügt. "Oder" Ansprüche 7 bis 13 gestrichen; neue Ansprüche 15, 16 und 17 hinzugefügt; alle übrigen Ansprüche unverändert."
4. [Wenn verschiedene Arten von Änderungen durchgeführt werden]:  
"Ansprüche 1-10 unverändert; Ansprüche 11 bis 13, 18 und 19 gestrichen; Ansprüche 14, 15 und 16 durch geänderten Anspruch 14 ersetzt; Anspruch 17 in geänderte Ansprüche 15, 16 und 17 unterteilt; neue Ansprüche 20 und 21 hinzugefügt."

### "Erklärung nach Artikel 19(1)" (Regel 46.4)

Den Änderungen kann eine Erklärung beigelegt werden, mit der die Änderungen erläutert und ihre Auswirkungen auf die Beschreibung und die Zeichnungen dargelegt werden (die nicht nach Artikel 19 (1) geändert werden können).

Die Erklärung wird zusammen mit der internationalen Anmeldung und den geänderten Ansprüchen veröffentlicht.

Sie ist in der Sprache abzufassen, in der die internationale Anmeldung veröffentlicht wird.

Sie muß kurz gehalten sein und darf, wenn in englischer Sprache abgefaßt oder ins Englische übersetzt, nicht mehr als 500 Wörter umfassen.

Die Erklärung ist nicht zu verwechseln mit dem Begleitschreiben, das auf die Unterschiede zwischen den Ansprüchen in der eingereichten Fassung und den geänderten Ansprüchen hinweist, und ersetzt letzteres nicht. Sie ist auf einem gesonderten Blatt einzureichen und in der Überschrift als solche zu kennzeichnen, vorzugsweise mit den Worten "Erklärung nach Artikel 19 (1)".

Die Erklärung darf keine herabsetzenden Äußerungen über den internationalen Recherchenbericht oder die Bedeutung von in dem Bericht angeführten Veröffentlichungen enthalten. Sie darf auf im internationalen Recherchenbericht angeführte Veröffentlichungen, die sich auf einen bestimmten Anspruch beziehen, nur im Zusammenhang mit einer Änderung dieses Anspruchs Bezug nehmen.

### Auswirkungen eines bereits gestellten Antrags auf internationale vorläufige Prüfung

Ist zum Zeitpunkt der Einreichung von Änderungen nach Artikel 19 bereits ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung gestellt worden, so sollte der Anmelder in seinem Interesse gleichzeitig mit der Einreichung der Änderungen beim Internationalen Büro auch eine Kopie der Änderungen bei der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde einreichen (siehe Regel 62.2 a), erster Satz).

### Auswirkungen von Änderungen hinsichtlich der Übersetzung der internationalen Anmeldung beim Eintritt in die nationale Phase

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, daß bei Eintritt in die nationale Phase möglicherweise anstatt oder zusätzlich zu der Übersetzung der Ansprüche in der eingereichten Fassung eine Übersetzung der nach Artikel 19 geänderten Ansprüche an die bestimmten/ausgewählten Ämter zu übermitteln ist.

Nähere Einzelheiten über die Erfordernisse jedes bestimmten/ausgewählten Amtes sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.



VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>157-53563PCT</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/EP 98/06225</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>30/09/1998</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)
Anmelder <b>LC TEC LASER- UND COMPUTERTECHNIK GMBH et al.</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 2 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

**EICHEN EINES TIEFENSSENSORS EINER LASERBEARBEITUNGSVORRICHTUNG UND SCHICHTWEISE  
HERSTELLUNG EINES GESENKS MIT VERÄNDERLICHER PROGRAMMIERUNG**

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

☐ keine der Abb.

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 G01B11/02 B23K26/08

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 G01B B23K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 31 17 556 A (FERRANTI) 19. Mai 1982 siehe Anspruch 1; Abbildung 4 ---	1,7,18
X	DE 40 11 780 C (HERR LANGER) 26. September 1991 siehe Anspruch 1; Abbildung 2 ---	1,7,18
X	DE 42 00 632 A (MAHO) 15. Juli 1993  siehe Spalte 2, Zeile 24 - Zeile 29 siehe Spalte 7, Zeile 52 - Zeile 54; Abbildung 2 -----	10,13, 21,24



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. Mai 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

02/06/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mielke, W

# INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/06225

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3117556 A	19-05-1982	GB 2076532 A JP 57009175 A	02-12-1981 18-01-1982
DE 4011780 C	26-09-1991	KEINE	
DE 4200632 A	15-07-1993	DE 59300797 D EP 0552616 A ES 2081640 T JP 5261578 A US 5376770 A	30-11-1995 28-07-1993 01-03-1996 12-10-1993 27-12-1994

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>6</sup> :

G01B 11/02, B23K 26/08

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/19167

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum:

6. April 2000 (06.04.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/06225

(22) Internationales Anmeldedatum: 30. September 1998  
(30.09.98)

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): LCTEC  
LASER- UND COMPUTERTECHNIK GMBH [DE/DE];  
Tiroler Strasse 85, D-87459 Pfronten (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KÜHL, Michael [DE/DE];  
Welfenstrasse 12 B, D-87629 Füssen (DE). WRBA, Peter  
[DE/DE]; Rosenweg 10, D-87647 Unterthingau (DE).  
HILDEBRAND, Peter [DE/DE]; Gschwend 34, D-87484  
Nesselwang (DE). REISACHER, Martin [DE/DE]; Mari-  
abergerstrasse 69 a, D-87439 Kempten (DE).

(74) Anwalt: BEETZ & PARTNER; Steinsdorfstrasse 10, D-80538  
München (DE).

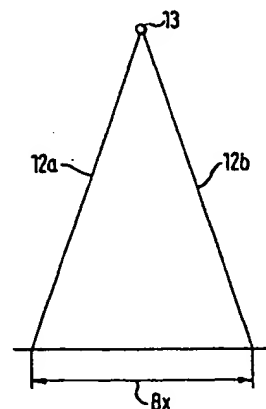
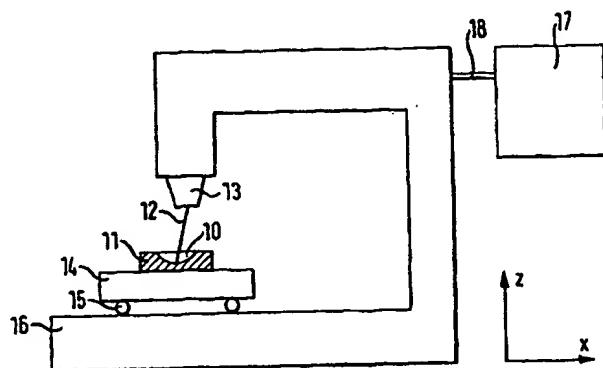
(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE,  
CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: CALIBRATING A DEPTH SENSOR OF A LASER-PROCESSING DEVICE AND PRODUCING A DIE LAYER BY LAYER  
USING VARIABLE PROGRAMMING

(54) Bezeichnung: EICHEN EINES TIEFENSSENSORS EINER LASERBEARBEITUNGSVORRICHTUNG UND SCHICHTWEISE  
HERSTELLUNG EINES GESENKS MIT VERÄNDERLICHER PROGRAMMIERUNG



(57) Abstract

According to a method for measuring depth, the depths of measuring points are measured on a calibration plate. Correction data are used and stored for subsequent correction according to differences between the measured values and known values. According to a method for producing a die layer by layer, the horizontal limits ( $x_g$ ,  $y_g$ ) for removal within a layer ( $S_{i+1}$ ) are determined in accordance with the depth of the die ( $z$ ), using the form definition of the die. The measured values can be continually stored and subsequently be used for controlling the laser-processing device.

### (57) Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zur Tiefenmessung werden die Tiefen von Meßpunkten auf einer Eichfläche gemessen, und Korrekturwerte nach Maßgabe von Unterschieden zwischen den Meßwerten und bekannten Werten und zur späteren Korrektur verwendet und gespeichert. Bei einem Verfahren zur schichtweisen Herstellung eines Gesenks wurden die horizontalen Grenzen ( $x_g$ ,  $y_g$ ) für den Abtrag in einer Schicht ( $S_{i+1}$ ) nach Maßgabe der Gesenktiefe ( $z$ ) aus der Formdefinition des Gesenks ermittelt. Die Meßwerte können fortlaufend gespeichert und zu späterer Ansteuerung der Laserbearbeitungsvorrichtung verwendet werden.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

# EICHEN EINES TIEFENSSENSORS EINER LASERBEARBEITUNGSVORRICHTUNG UND SCHICHTWEISE HERSTELLUNG EINES GESENKS MIT VERÄNDERLICHER PROGRAMMIERUNG

Die Erfindung betrifft im weitesten Sinne die Tiefenmessung und Tiefensteuerung bzw. -regelung für ein durch eine Laserbearbeitungsvorrichtung herzustellendes Gesenk.

Ein Tiefenmeßsystem ist aus der DE OS 42 06 499 bekannt. Dort wird inkohärentes Prozeßleuchten ausgewertet, beispielsweise über ein Triangulationsverfahren oder durch Auswertung des Abstands zwischen verschiedenen Abbildern des Leuchtflecks.

Zur Abbildung des Leuchtflecks auf einen Sensor oder eine Sensorzeile wird eine Linse benötigt. Da der Leuchtfleck an beliebigen Stellen im Arbeitsbereich  $B_x$ ,  $B_y$  liegen kann, muß dafür Sorge getragen werden, daß bei allen Lagen des Leuchtflecks im Bearbeitungsbereich der Laserbearbeitungsvorrichtung die Fokussierung hinreichend genau ist.

Herkömmliche Linsen haben eine kugelförmige Brennfläche. Da die von der Laserbearbeitungsvorrichtung gerade bearbeitete Fläche jedoch in der Regel nicht kugelflächig ist, wird somit immer eine leichte Defokussierung auftreten. Sogenannte F $\theta$ -Linsen sind dahingehend korrigiert, daß sie eine ebene Brennfläche haben. Auch diese Brennfläche ist jedoch nicht vollständig eben, so daß Defokussierungen auftreten können. In Abhängigkeit von der gewünschten Meßgenauigkeit können solche Unschärfen zu nicht hinnehmbaren Genauigkeitseinbußen führen. Die genannten F $\theta$ -Linsen erlauben Meßgenauigkeiten im Bereich von ca. 100  $\mu$ m. In diesem Bereich liegt auch die Ungenauigkeit der Brennebene dieser F $\theta$ -Linsen. In modernen Laserbearbeitungsvorrichtungen sind jedoch Fertigungsgenauigkeiten von wenigen Mikrometern erreichbar bzw. einregelbar. Dann sind aber auch entsprechend genaue Meßsysteme notwendig, die insbesondere in ihrer Genauigkeit den Fertigungsgenauigkeiten in etwa entsprechen. Mit dem aus der DE 42 06 499 bekannten Meßsystem können die geforderten Genauigkeiten nicht erreicht werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn das Meßsystem im Bearbeitungssystem integriert ist, und insbesondere, wenn beide die gleiche Optik verwenden. Das zur Messung herangezogene Prozeßleuchten durchläuft dann einen vergleichsweise weiten Bereich des Abbildungssystems, so daß die genannten Ungenauigkeiten deutlich auftreten. Sie können im Bereich von Zehntel Millimetern liegen.

Aus der DE 42 09 933 ist ein Verfahren zur partiellen Veränderung von Oberflächen metallischer oder nicht-metallischer Körper mit einem Nd:YAG-Laser bekannt. Ein in die Tiefe gehender Materialabtrag ist hier nicht beschrieben.

Die Ausbildung von Gesenken mittels Laserbearbeitungsvorrichtungen erfolgt bisher in der Weise, daß ein schichtwei-

ser Abtrag vorgenommen wird. Die Schichtdicke ist jeweils vorgegeben und wird eingeregelt. Dies hat den Nachteil, daß Leistungsreserven bereitgehalten werden müssen, damit das Regelungsziel in jedem Fall sicher erreicht werden kann. Bekannte Verfahren haben darüber hinaus den Nachteil, daß bei einer Tiefenregelung letztendlich der Regelungserfolg an einem anderen Ort eintritt als dem Meßort. Dies ergibt sich aus der Verarbeitungsgeschwindigkeit der Regelung und der Führungsgeschwindigkeit des Laserstrahls. Während der Verarbeitungsdauer wird der Laserstrahl weiterbewegt, so daß der Regelungserfolg örtlich verschoben auftritt. Dies wird tendenziell auch in weiteren Schichten so sein, so daß Schwierigkeiten hinsichtlich der Tiefeneinregelung auftreten können.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur genauen Tiefenmessung und zur genauen Tiefeneinregelung bei Laserbearbeitungsvorrichtungen anzugeben.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Abhängige Ansprüche sind auf bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung gerichtet.

Eine genaue Tiefenmessung erhält man, indem das eigentliche Sensorsystem insbesondere auf die verwendete Optik geeicht wird. Hierzu wird eine bekannte Eichfläche, vorzugsweise eine Ebene, vermessen. Die tatsächlichen Werte werden dann mit den bekannten Werten verglichen, und nach Maßgabe des Unterschieds werden für die jeweilige Position im Bearbeitungsbereich Korrekturwerte gebildet und gespeichert.

In dieser Beschreibung wird davon ausgegangen, daß die Gesenktiefe in z-Richtung eines rechtwinkligen Koordinatensystems verläuft, während der Bearbeitungsbereich eine Ebene im wesentlichen in der x-y-Ebene des Koordinatensystems ist



(siehe Fig. 1). Für den Bearbeitungsbereich  $B_x$ ,  $B_y$  wird also ein zweidimensionales Korrekturfeld ermittelt, das dann bei den tatsächlichen Messungen zur Korrektur herangezogen werden kann.

Anstatt wie im Stand der Technik mit festen Schichtdicken zu arbeiten und deren Einhaltung einzuregeln, ist es auch möglich, die momentane Gesenktiefe  $z$  zu bestimmen und sich nach Maßgabe dieser absoluten Gesenktiefe aus der Definition der herzustellenden Form die Begrenzungen in  $x$ - und  $y$ -Richtung für eine folgende, insbesondere die nächste abzutragende Schicht zu ermitteln. Bei einem wannenförmig nach unten zulaufenden Gebilde könnte beispielsweise festgestellt werden, daß beim Abtrag in einer Schicht tiefer in das Material eingedrungen wurde als vorgesehen. In der nächsten Schicht würden dann engere Grenzen in  $x$ - und  $y$ -Richtung eingestellt werden.

Eine weitere Verbesserung der Genauigkeit ergibt sich, wenn nicht nur die absolute Gesenktiefe beim Ausrechnen der Grenzen in horizontaler Richtung für die nächste Schicht berücksichtigt wird, sondern auch die derzeit mit den herrschenden Parametern abgetragene Schichtdicke. Mit dieser Schichtdicke  $\Delta z$  kann genauer in  $z$ -Richtung der Formdefinition vorgedrungen werden, so daß dementsprechend genauer, die Grenzen für die folgende Schicht ausgerechnet werden können.

Um ein "a priori"-Wissen für die Ansteuerung der Vorrichtung zu erzeugen, können die fortlaufend ermittelten Tiefenmeßwerte gespeichert werden, insbesondere nach Maßgabe ihrer  $x$ - und  $y$ -Koordinate. Das dadurch gespeicherte Wissen kann im weiteren Verlauf genutzt werden, um geeignete Maßnahmen zu veranlassen.

Explizit sei hier noch auf folgendes hingewiesen: Zeitlich sehr nahestehend zum Anmeldetag dieser Anmeldung hat die Anmelderin zwei weitere Anmeldungen betreffend Verfahren und Vorrichtungen zur Laserbearbeitung eines Werkstücks eingereicht, nämlich die Anmeldungsnummern ..... ("Patching") und ..... ("Trennmittel"). Hiermit und gegebenenfalls später im nachfolgenden Text wird auf diese Anmeldungen ausdrücklich Bezug genommen.

Nachfolgend werden bezugnehmend auf die beiliegenden Zeichnungen einzelne Ausführungsformen der Erfindung beschrieben, es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Laserbearbeitungsvorrichtung,

Fig. 2 schematisch als funktionelles Blockdiagramm eine Steuerung bzw. Regelung,

Fig. 3 die Tiefenmeßvorrichtung aus Fig. 2,

Fig. 4 die Steuervorrichtung zur Ermittlung der Abtragsgrenzen in einer Schicht aus Fig. 2,

Fig. 5 die Steuervorrichtung zum Speichern von Meßwerten aus Fig. 2,

Fig. 6 und 7 in Draufsicht und als Querschnitt schematisch ein Werkstück zur Erläuterung von allgemeinen Überlegungen.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Laserbearbeitungsvorrichtung. Gegebenenfalls erfolgen Betrachtungen anhand des schon genannten rechtwinkligen x-y-z-Koordinatensystems, wobei x und z in der Zeichenebene gezeigt sind und y nach unten durch die Zeichenebene sticht.

Ein Ständer 16 trägt einen Bearbeitungskopf 13 und einen gegebenenfalls verschieblichen Werkstückträger 14. Im allgemeinen ist eine Relativverschiebung zwischen Kopf 13 und Werkstück 11 zumindest in der x-y-Ebene möglich. Angedeutet ist dies hier durch Rollen 15 zwischen Werkstückträger 14 und Zeiger 16. Statt dessen oder zusätzlich kann auch der Kopf 13 beweglich sein. Im Werkstück 11 wird ein Gesenk 10 ausgebildet. Das Gesenk wird mittels eines Laserstrahls 12 erzeugt. In der Regel erfolgt ein schichtweiser Abtrag dahingehend, daß Schichten, die jeweils an unterschiedlichen Positionen in z-Richtung liegen und sich in der x-y-Ebene erstrecken, nacheinander von oben nach unten abgetragen werden. In Fig. 6 ist dies schematisch gezeigt: Im Querschnitt oben zeigt die Linie 107 zusammen mit den sichtbaren Konturen die zuletzt gewünschte Endform. Sie wird durch schichtweisen Abtrag erzeugt. Die Schichten sind in der Darstellung 106 symbolisiert. Die unterbrochenen Linien stellen bereits abgetragene Schichten dar, während die durchgezogenen Linien noch zu bearbeitende Schichten symbolisieren. Die gerade bearbeitete Schicht wird als  $S_i$  bezeichnet, die Schicht davor als  $S_{i-1}$ , die Schicht danach als  $S_{i+1}$ . Auch Kombinationen der genannten Möglichkeiten sind möglich.

Zum Abtragen einer Schicht sind verschiedene Strategien möglich: Innerhalb des Bearbeitungsbereichs  $B_x$ ,  $B_y$  des Kopfs wird der Laserstrahl durch eine geeignete Laserstrahlführung über die Fläche geführt. Gezeigt sind mäandernde Ausführungsformen. Im oberen Teil der Draufsicht ist eine Ausführungsform gezeigt, in der die Strahlführung prinzipiell den gesamten Bearbeitungsbereich  $B_x$ ,  $B_y$  überstreicht, wobei der Laser nur dann angeschaltet wird, wenn er über eine zu bearbeitende Fläche streicht, letztendlich also über den Boden des Gesenks 10. Dies entspricht den durchgezogenen Linien 101b, während die gestrichelten Linien

en 101a den "Dunkelweg" zeigen. Unten in der Draufsicht ist dagegen eine Ausführungsform gezeigt, in der die Laserstrahlführung den Laser lediglich über die zu bearbeitenden Flächen führt, also über den momentanen Boden des Gesenks. Wenn eine Schicht  $S_i$  abgetragen ist, wird mit dem Abtrag in der nächsten Schicht  $S_{i+1}$  fortgefahren.

Der Bearbeitungsbereich  $B_x$ ,  $B_y$  ist in der Regel durch konstruktive Bedingungen begrenzt. In der Regel handelt es sich um rechteckige Bereiche, außerhalb derer der Laserstrahl nicht mehr geführt werden kann. In Fig. 1 unten ist dies schematisch gezeigt. Hier wird der Bearbeitungskopf als Punktlichtquelle 13 angesehen. Die Auslenkung des Strahls kann zwischen einer weitestmöglich linken Position 12a und einer weitestmöglich rechten Position 12b erfolgen. Dadurch ergibt sich ein Bereich  $B_x$  in x-Richtung. Sinngemäß das gleiche gilt für die y-Koordinate.

Die Vorrichtung in Fig. 1 weist eine Steuerung/Regelung 17 auf, die über Leitungen 18 mit der Bearbeitungsvorrichtung verbunden ist. Die Steuerung/Regelung (nachfolgend kurz als Steuerung bezeichnet) 17 kann kompakt oder räumlich verteilt aufgebaut sein. In der Regel wird sie digitale Komponenten aufweisen, beispielsweise einen Prozeßrechner.

Fig. 2 zeigt schematisch als funktionales Blockdiagramm den Aufbau der Steuerung 17. Es sind  $n$  einlaufende Signalleitungen 18a und  $m$  auslaufende Signalleitungen 18b vorgesehen. Sie durchlaufen Treiber/ Koppler/Wandler/Aufbereitungskomponenten 67a, 67b, die Umsetzungen betreffend Datenformat, Leistung u.ä. vornehmen. Die Steuerung 17 weist zumindest einen Speicher 64 auf, in dem Daten verschiedenster Art gespeichert werden können. Darüber hinaus sind verschiedene allgemeine Steuerungs- bzw. Regelungsfunktionen 65 vorgesehen (beispielsweise zur Laserstrahlsteuerung,

Laserstrahlführung usw.). Durch 68 sind Funktionen symbolisiert, die den in den beiden weiter oben genannten weiteren Anmeldungen beschriebenen Funktionen und Merkmalen ("Patching" und "Trennmittel") entsprechen. Sie können zusammen mit den erfindungsgemäßen Funktionen vorgesehen sein und vorteilhafte Wirkungen haben. 66 symbolisiert einen Kanal, der die zwischen den einzelnen notwendige Kommunikation erlaubt. Soweit er als Hardware verstanden werden soll, kann es sich beispielsweise um einen Bus eines Rechners handeln.

61 symbolisiert die Funktion einer erfindungsgemäßen Tiefenmessung, 62 symbolisiert eine erfindungsgemäße Steuerungsfunktion zum Ermitteln der Bearbeitungsgrenzen in einer Schicht  $S_i$ , 63 eine erfindungsgemäße Funktion zum Speichern und späteren Auswerten von Meßwerten. Die Funktionen 61-63 arbeiten zumindest mit dem Speicher 64 und je nach Notwendigkeit mit weiteren Funktionen zusammen. Sie können auch mit den in den beiden anderen Anmeldungen beschriebenen Funktionen 68 zusammenarbeiten.

Fig. 3 zeigt beispielhaft eine Ausführungsform einer Tiefenmeßvorrichtung. Gleiche Bezugsziffern wie in den vorherigen Zeichnungen bedeuten gleiche Komponenten. Gezeigt ist eine Ausführungsform, in der der primäre Sensor 70 räumlich mit dem Bearbeitungskopf 13 (zum Emittieren des bearbeitenden Laserstrahls) integriert ist. Insbesondere durchläuft das vom Sensor 70 ausgewertete Prozeßleuchten zumindest teilweise die gleiche Optik wie der bearbeitende Laserstrahl. Gezeigt ist ein Zeilensensor, der ein Abbild des Leuchtflecks an der soeben vom Laserstrahl beschienenen Bearbeitungsstelle auf dem Werkstück 11 empfängt. Das Meßprinzip des Sensors kann so wie in der DE OS 42 06 499 beschrieben sein. Der Sensor gibt ein mehr oder minder weit aufbereitetes Signal aus, das in der Steuerung 17 und ins-

besondere von der erfindungsgemäßen Tiefenmessung 61 empfangen wird. 71 symbolisiert eine komplexere Signalaufbereitung, die ein vergleichsweise rohes Sensorsignal in einen Tiefenwert  $z$  (längs der  $z$ -Koordinate, Fig. 1) transformiert.

Um genau messen zu können, wird die Tiefenmeßvorrichtung vor der tatsächlichen Tiefenmessung geeicht. Hierzu wird eine Eichfläche vermessen. Die Eichfläche hat eine bekannte Form, vorzugsweise ist sie eben. Vorzugsweise ist die Eichfläche so groß, daß der gesamte Bearbeitungsbereich  $B_x$ ,  $B_y$  auf ihr Platz findet. In einem Eichdurchgang wird die Höhe der Eichfläche in  $z$ -Richtung an verschiedenen Punkten (z.B. rasterförmig verteilt) im Bearbeitungsbereich  $B_x$ ,  $B_y$  vermessen. Der so gewonnene Meßwert wird mit der bekannten Höhe der Eichfläche (symbolisiert 72) in einer Vergleichseinrichtung 73 verglichen. Der Unterschied ist ein Maß für den Meßfehler. Der Unterschied kann positionsabhängig im Speicher 74 gespeichert werden bzw. zur Ermittlung eines Korrekturwerts, der seinerseits positionsabhängig gespeichert wird, dienen. "Positionsabhängig" in diesem Zusammenhang bedeutet in Abhängigkeit von der Position in  $x$ - bzw.  $y$ -Richtung im Bearbeitungsbereich  $B_x$ ,  $B_y$ . Die  $x$ - und  $y$ -Koordinaten sind der Steuerung 17 aus den allgemeinen Funktionen 65 bekannt.

Während des Eichens wird damit ein flächiges Korrekturfeld gespeichert, das dann zur Korrektur der eigentlichen Meßwerte verwendet werden kann. Dies ist durch Komponente 75 symbolisiert. Sie empfängt einen tatsächlichen Meßwert über Sensor 70, Leitungen 18, 66 und Signalformung 71. Darüber hinaus empfängt sie einen Korrekturwert aus Speicher 74, der seiner Position nach der Tiefenmeßposition entspricht. In der Korrekturvorrichtung 75 wird der gemessene Wert korrigiert und für weitere Systemfunktionen ausgegeben bzw.

bereitgehalten. Die Korrektur kann additiv und/oder multiplikativ erfolgen. Es kann auch ein Kennfeld vorgesehen sein. Es kann auch eine Korrektur nach Maßgabe der absoluten Tiefe  $z$  vorgesehen sein.

Im Eichvorgang kann die Eichfläche mehrmals vermessen werden, wobei sie zwischen den einzelnen Messungen in horizontaler Richtung ( $x$  und/oder  $y$ ) verschoben werden kann. Es werden dann für die einzelnen Positionen im Bearbeitungsbereich  $B_x$ ,  $B_y$  Korrekturwerte nach Maßgabe der verschiedenen für die jeweilige Position  $x$ ,  $y$  im Bearbeitungsbereich  $B_x$ ,  $B_y$  gewonnenen Meßwerte ermittelt (Mittelung, Interpolation o.ä.). Auch zur Korrektur tatsächlicher Meßwerte können Interpolationen oder Mittelungen zwischen einzelnen Korrekturwerten erfolgen, insbesondere dann, wenn für den momentanen Meßort kein oder nur ein entfernt gelegener Korrekturwert vorhanden ist.

Die erfindungsgemäße Eichung bzw. die erfindungsgemäße Tiefenmessung erlaubt eine Meßgenauigkeit im Bereich weniger Mikrometer, vorzugsweise unter  $1\text{ }\mu\text{m}$ . Die Korrekturwerte können, sofern es sich um additive Korrekturwerte handelt, einem Wert von bis zu  $1\text{ mm}$  oder mehr entsprechen.

Die eben beschriebene Tiefenmessung in  $z$ -Richtung kann, muß aber nicht in den nachfolgend zu beschreibenden Funktionen verwendet werden.

Fig. 4 zeigt schematisch eine Steuerung für den Schichttransport. Die zugrundeliegenden Überlegungen werden Fig. 7 erläutert. Gleiche Bezugsziffern bezeichnen Merkmale wie in früheren Figuren, die auf dem Boden 112 des Geschliffstrahl 12. Durch die Laserstrahlrichtung des Laser

34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100  
101  
102  
103  
104  
105  
106  
107  
108  
109  
110  
111  
112  
113  
114  
115  
116  
117  
118  
119  
120  
121  
122  
123  
124  
125  
126  
127  
128  
129  
130  
131  
132  
133  
134  
135  
136  
137  
138  
139  
140  
141  
142  
143  
144  
145  
146  
147  
148  
149  
150  
151  
152  
153  
154  
155  
156  
157  
158  
159  
160  
161  
162  
163  
164  
165  
166  
167  
168  
169  
170  
171  
172  
173  
174  
175  
176  
177  
178  
179  
180  
181  
182  
183  
184  
185  
186  
187  
188  
189  
190  
191  
192  
193  
194  
195  
196  
197  
198  
199  
200  
201  
202  
203  
204  
205  
206  
207  
208  
209  
210  
211  
212  
213  
214  
215  
216  
217  
218  
219  
220  
221  
222  
223  
224  
225  
226  
227  
228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241  
242  
243  
244  
245  
246  
247  
248  
249  
250  
251  
252  
253  
254  
255  
256  
257  
258  
259  
260  
261  
262  
263  
264  
265  
266  
267  
268  
269  
270  
271  
272  
273  
274  
275  
276  
277  
278  
279  
280  
281  
282  
283  
284  
285  
286  
287  
288  
289  
290  
291  
292  
293  
294  
295  
296  
297  
298  
299  
300  
301  
302  
303  
304  
305  
306  
307  
308  
309  
310  
311  
312  
313  
314  
315  
316  
317  
318  
319  
320  
321  
322  
323  
324  
325  
326  
327  
328  
329  
330  
331  
332  
333  
334  
335  
336  
337  
338  
339  
340  
341  
342  
343  
344  
345  
346  
347  
348  
349  
350  
351  
352  
353  
354  
355  
356  
357  
358  
359  
360  
361  
362  
363  
364  
365  
366  
367  
368  
369  
370  
371  
372  
373  
374  
375  
376  
377  
378  
379  
380  
381  
382  
383  
384  
385  
386  
387  
388  
389  
390  
391  
392  
393  
394  
395  
396  
397  
398  
399  
400  
401  
402  
403  
404  
405  
406  
407  
408  
409  
410  
411  
412  
413  
414  
415  
416  
417  
418  
419  
420  
421  
422  
423  
424  
425  
426  
427  
428  
429  
430  
431  
432  
433  
434  
435  
436  
437  
438  
439  
440  
441  
442  
443  
444  
445  
446  
447  
448  
449  
450  
451  
452  
453  
454  
455  
456  
457  
458  
459  
460  
461  
462  
463  
464  
465  
466  
467  
468  
469  
470  
471  
472  
473  
474  
475  
476  
477  
478  
479  
480  
481  
482  
483  
484  
485  
486  
487  
488  
489  
490  
491  
492  
493  
494  
495  
496  
497  
498  
499  
500  
501  
502  
503  
504  
505  
506  
507  
508  
509  
510  
511  
512  
513  
514  
515  
516  
517  
518  
519  
520  
521  
522  
523  
524  
525  
526  
527  
528  
529  
530  
531  
532  
533  
534  
535  
536  
537  
538  
539  
540  
541  
542  
543  
544  
545  
546  
547  
548  
549  
550  
551  
552  
553  
554  
555  
556  
557  
558  
559  
560  
561  
562  
563  
564  
565  
566  
567  
568  
569  
570  
571  
572  
573  
574  
575  
576  
577  
578  
579  
580  
581  
582  
583  
584  
585  
586  
587  
588  
589  
590  
591  
592  
593  
594  
595  
596  
597  
598  
599  
600  
601  
602  
603  
604  
605  
606  
607  
608  
609  
610  
611  
612  
613  
614  
615  
616  
617  
618  
619  
620  
621  
622  
623  
624  
625  
626  
627  
628  
629  
630  
631  
632  
633  
634  
635  
636  
637  
638  
639  
640  
641  
642  
643  
644  
645  
646  
647  
648  
649  
650  
651  
652  
653  
654  
655  
656  
657  
658  
659  
660  
661  
662  
663  
664  
665  
666  
667  
668  
669  
670  
671  
672  
673  
674  
675  
676  
677  
678  
679  
680  
681  
682  
683  
684  
685  
686  
687  
688  
689  
690  
691  
692  
693  
694  
695  
696  
697  
698  
699  
700  
701  
702  
703  
704  
705  
706  
707  
708  
709  
710  
711  
712  
713  
714  
715  
716  
717  
718  
719  
720  
721  
722  
723  
724  
725  
726  
727  
728  
729  
730  
731  
732  
733  
734  
735  
736  
737  
738  
739  
740  
741  
742  
743  
744  
745  
746  
747  
748  
749  
750  
751  
752  
753  
754  
755  
756  
757  
758  
759  
760  
761  
762  
763  
764  
765  
766  
767  
768  
769  
770  
771  
772  
773  
774  
775  
776  
777  
778  
779  
780  
781  
782  
783  
784  
785  
786  
787  
788  
789  
790  
791  
792  
793  
794  
795  
796  
797  
798  
799  
800  
801  
802  
803  
804  
805  
806  
807  
808  
809  
810  
811  
812  
813  
814  
815  
816  
817  
818  
819  
820  
821  
822  
823  
824  
825  
826  
827  
828  
829  
830  
831  
832  
833  
834  
835  
836  
837  
838  
839  
840  
841  
842  
843  
844  
845  
846  
847  
848  
849  
850  
851  
852  
853  
854  
855  
856  
857  
858  
859  
860  
861  
862  
863  
864  
865  
866  
867  
868  
869  
870  
871  
872  
873  
874  
875  
876  
877  
878  
879  
880  
881  
882  
883  
884  
885  
886  
887  
888  
889  
890  
891  
892  
893  
894  
895  
896  
897  
898  
899  
900  
901  
902  
903  
904  
905  
906  
907  
908  
909  
910  
911  
912  
913  
914  
915  
916  
917  
918  
919  
920  
921  
922  
923  
924  
925  
926  
927  
928  
929  
930  
931  
932  
933  
934  
935  
936  
937  
938  
939  
940  
941  
942  
943  
944  
945  
946  
947  
948  
949  
950  
951  
952  
953  
954  
955  
956  
957  
958  
959  
960  
961  
962  
963  
964  
965  
966  
967  
968  
969  
970  
971  
972  
973  
974  
975  
976  
977  
978  
979  
980  
981  
982  
983  
984  
985  
986  
987  
988  
989  
990  
991  
992  
993  
994  
995  
996  
997  
998  
999  
1000

111 angenommen (hier also in x-Richtung). Material der Schicht  $S_i$  verdampft und verflüssigt und wird dadurch abgetragen. Symbolisiert wird dies durch die von der Bearbeitungsstelle 110 wegstrebenden Pfeile. Die Dicke einer Schicht wird zu  $\Delta z$  angenommen, die absolut gemessene Tiefe zu  $z$ . Die Wandung 113 des Gesenks 10 soll auch in den tieferen Schichten der Kontur 107 folgen. Die Grenze  $x_g$  zum Abtrag in der folgenden Schicht  $S_{i+1}$  hängt insbesondere bei schrägen Wänden demnach von der Tiefe  $z$  ab, ein  $dz$  führt zu einem  $dx_g$ . Solange es möglich ist, von Schicht zu Schicht die Tiefe  $z$  auf vorbestimmte Werte einzustellen, können auch die Grenzen des Schichtabtrags in einer Schicht  $x_g$  (und entsprechend  $y_g$ ) vorab gesetzt und dann eingestellt werden. Dies entspricht einer festen Programmierung des Geräts. Es kann aber wünschenswert sein, diese Schichtdicken nicht einzuhalten. Manchmal kann es auch technisch nicht möglich sein. Es ist dann vorteilhaft, ausgehend von der tatsächlichen Tiefe  $z$  für die nächste Schicht  $S_{i+1}$  die Abtragungsgrenzen in der x-y-Ebene zu bestimmen, da eine Veränderung von  $z$  auch eine Veränderung von  $x_g$  und  $y_g$  zur Folge hat. Dies entspricht einer veränderlichen Programmierung. Eine Vorrichtung zur Umsetzung dieses Gedankens ist in Fig. 4 schematisch gezeigt. Sie weist eine Steuervorrichtung 81 auf, die die horizontalen Grenzen  $x_g$ ,  $y_g$  für den Abtrag in einer folgenden Schicht, insbesondere  $S_{i+1}$  nach Maßgabe der Gesenktiefe  $z$  aus der Formdefinition, die in einem Speicher 83 gespeichert ist, ermittelt. Zu diesem Zweck empfängt die Steuervorrichtung 81 einerseits Daten, die die Formdefinition darstellen, und andererseits die Tiefe  $z$  (bzw. einen daraus hergeleiteten Wert, beispielsweise gefiltert oder gemittelt). Aus diesen Daten können die Grenzen  $x_g$ ,  $y_g$  in horizontaler Richtung des Schichtabtrags ermittelt werden und herkömmlichen Komponenten 65 zur Einregelung dieser Werte zugeführt werden.



Eine weitere Erhöhung der Genauigkeit ergibt sich, wenn zur Ermittlung der Abtragsgrenzen  $x_g$ ,  $y_g$  nicht nur die absolute Tiefe  $z$  berücksichtigt wird, sondern auch die mit den momentanen Parametern gerade abgetragene Schichtdicke  $\Delta z$ . Es muß dann nicht mit einem theoretischen Wert für die Schichtdicke "in die Tiefe des Gesenks gerechnet" werden, sondern es kann die momentan tatsächlich abgetragene Schichtstärke verwendet werden.

Wenn nur die gemessene absolute Tiefe  $z$  zur Grenzermittlung (zusammen mit einem theoretischen Wert für die Schichtdicke) berücksichtigt wird, wird das Entstehen eines kumulativen Fehlers vermieden, und es entsteht allenfalls ein nicht-kumulativer Fehler entsprechend dem Unterschied zwischen theoretischer und tatsächlicher Schichtdicke, der von Fall zu Fall hinnehmbar sein kann. Wenn auch die tatsächliche Schichtdicke  $\Delta z$  bei der Grenzermittlung berücksichtigt wird, wird auch die Entstehung dieses Restfehlers vermieden.

Fig. 4 zeigt mit 82 eine Einrichtung zur Ermittlung der Schichtdicke. Sie kann beispielsweise so ausgelegt sein, daß sie sich Meßwerte  $z$  der früheren Schicht  $S_{i-1}$  gemerkt hat und dann Meßwerte beim Abtrag der Schicht  $S_i$  damit vergleicht. Der Unterschied entspricht der Schichtdicke  $\Delta z$ . Auch hier können gefilterte oder gemittelte Werte verwendet werden.

Die Formdefinition des Gesenks kann beispielsweise in Form von CAD-Daten im Speicher 83 gespeichert sein. Bei der Vorrichtung 81 handelt es sich gegebenenfalls um eine vergleichsweise komplexe Struktur, die aus dieser Art der im Speicher 83 abgelegten Daten Schnittkanten zwischen einer Ebene (entsprechend einem Wert von  $z + \Delta z$ ) und einer Form

(entsprechend der Formdefinition des Gesenks) berechnen kann.

Fig. 5 zeigt eine Funktion, die die fortlaufend gemessenen Tiefendaten  $z$  fortlaufend speichert. Die Speicherung erfolgt vorzugsweise an Speicherstellen entsprechend der Position der vermessenen Stelle im Bearbeitungsbereich der Vorrichtung. Nicht immer ist es möglich, den momentanen Boden 112 so eben herzustellen, wie dies in Fig. 7 gezeigt ist. Vielmehr können Welligkeiten oder Inseln bzw. Dellen auftreten. In Fig. 6 ist mit Bezugszeichen 103 eine Insel symbolisiert. Betrachtet man den Vorschub des Laserstrahls 12 in Fig. 7 in Richtung des Pfeils 111, so läßt sich eine Vorschubgeschwindigkeit  $v_x$  bestimmen. Geht man nun andererseits davon aus, daß die Reaktionsgeschwindigkeit des Systems auf eine Messung begrenzt ist, läßt sich eine Zeit  $t_R$  als Reaktionszeit bestimmen, die verstreicht, bis ein gemessener Wert von  $z$  zu einer Beeinflussung des Lasers 12 führen kann. Wegen der Reaktionszeit  $t_R$  und der Vorschubgeschwindigkeit  $v_x$  werden Regelungseingriffe prinzipiell räumlich versetzt wirksam. Regelungstechnisch entspricht dies einer Totzeit. In ungünstigen Fällen kann es zu Schwingungen (Welligkeiten) kommen. Der Versatz entspricht  $\Delta x = v_x \cdot t_R$  und liegt durchaus im Bereich der betrachteten Genauigkeiten (z.B.  $v_x = 0,1 \text{ m/s}$ ,  $t_R = 0,5 \text{ ms}$ ,  $\Delta x = 50 \text{ }\mu\text{m}$ ). Um solche nachteiligen Effekte auszugleichen, kann es wünschenswert sein, Meßwerte für die Tiefe  $z$  zu speichern und später zu berücksichtigen. Dies kann zu einer der Regelung über- bzw. unterlagerten Steuerung nach Maßgabe der gespeicherten Tiefendaten führen.

Wenn die Tiefe  $z$  kontinuierlich bzw. quasi-kontinuierlich gemessen wird, kann sie ebenso kontinuierlich in einen Speicher 91 eingeschrieben werden und später in geeigneter Weise wiederverwendet werden. Im Speicher 91 entsteht dann

eine Topographie bzw. Kartographierung des momentanen Gesenkbodens, die flächig die jeweils gemessenen Tiefenwerte  $z$  wiedergibt. Die Dichte der Meßpunkte auf der Fläche ist zu hohen Werten hin in Vorschubrichtung des Laserstrahls durch die Vorschubgeschwindigkeit  $v_x$  und die Reaktionszeit  $t_R$  begrenzt und darunter wählbar. Bei mäandernder Flächenabdeckung gemäß Fig. 7 ist die Dichte der Meßpunkte in Richtung quer zur Vorschubrichtung durch den Spurabstand der Mäander bestimmt.

Wenn die Kartographierung bzw. die Topographie beispielsweise eine Insel 103 zeigt, kann dieses a priori-Wissen zum Ausgleichen der Unregelmäßigkeit benutzt werden, ohne daß der Zeitversatz aufgrund der System-Reaktionszeit die Fehlerkorrektur verhindert. Im Bereich einer erkannten Unregelmäßigkeit können aufgrund des a priori-Wissens die Wechselwirkungsparameter des Lasers verändert werden (bei Inseln in Richtung stärkerer Abtrag, bei Dellen in Richtung schwächerer Abtrag), oder es können bei größeren Abweichungen zusätzliche Schichten zum Abtrag lediglich der Unregelmäßigkeiten (der Insel oder des Landes um eine Delle) eingeschoben werden.

Das Verändern der Wechselwirkungsparameter des Laserstrahls kann geschehen, wenn innerhalb derselben Schicht der Laserstrahl wieder in der Nähe des Fehlers vorbeistreicht (z.B. in der Nachbarspur bei mäandernder Führung gemäß Fig. 6). Dies geht davon aus, daß die Laserstrahleinwirkungen nicht exakt auf eine Spur begrenzt sind. Vielmehr ist der Einwirkungsbereich unscharf abgegrenzt, so daß der auf den momentanen Gesenkboden eintreffende Laserstrahl nicht nur Wirkungen in der "idealen", gerade betrachteten Spur hat, sondern auch in benachbarten Spuren. Darüber hinaus können die Wechselwirkungsparameter des Laserstrahls auch in folgenden Schichten, beispielsweise in der nächsttieferen

Schicht geändert werden, um eine Unregelmäßigkeit, die in einer früheren Schicht erkannt wurde, auszugleichen.

Bei der beschriebenen Einstellung der Wechselwirkungsparameter nach Maßgabe der gespeicherten Gesenktiefendaten im Sinne einer Steuerung kann die Regelung des Lasers nach Maßgabe der aktuell gemessenen Werte beibehalten werden. Der Laser kann aber auch ohne diese Regelung nach Maßgabe der aktuell gemessenen Werte betrieben werden, so daß er nur nach Maßgabe der gespeicherten Parameter angesteuert wird.

Die beschriebene Kartographierung kann vorteilhaft in Verbindung mit der anhand von Fig. 4 beschriebenen Ermittlung der Abtragungsgrenzen in horizontaler Richtung kombiniert werden. Einzeln oder in Kombination miteinander können diese Techniken in Verbindung mit dem beschriebenen Meßaufbau (Bezugnahme auf eine Eichkurve) verwendet werden. Das anhand von Fig. 5 beschriebene Kartographierungsverfahren kann auch zusammen mit dem in der weiteren Anmeldung des Anmelders Nr. .... ("Patching") beschriebenen Verfahren zur Einstellung der Relativposition verwendet werden. Beispielsweise können Relativpositionen zwischen Bearbeitungskopf und Werkstück so gewählt werden, daß kritische Bereiche im Werkstück (beispielsweise eine Insel 103 oder eine Delle) nicht in den Randbereich des Bearbeitungsereichs der Vorrichtung gelangen, so daß eine zuverlässige Bearbeitung der entsprechenden Stelle möglich wird. Auch die Beeinflussung der Trennmittelzufuhr entsprechend Anmeldeungsnummer .... ("Trennmittel") nach Maßgabe der bei der Kartographierung gespeicherten Daten ist möglich.

### Ansprüche

1. Verfahren zum Eichen eines Tiefensensors einer Laserbearbeitungsvorrichtung, mit der in der Fläche eines Werkstückes ein Gesenk ausgebildet werden kann, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefen von Meßpunkten auf einer Eichfläche mit bekannter Form gemessen werden, die Meßwerte mit den an den jeweiligen Meßpunkten der Eichfläche bekannten Werten verglichen werden, und Korrekturwerte nach Maßgabe von Unterschieden zwischen Meßwerten und bekannten Werten zusammen mit den jeweiligen Koordinaten oder an Speicherstellen entsprechend den jeweiligen Koordinaten gespeichert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Tiefensensor ein von der Bearbeitungsstelle ausgehendes Licht zur Tiefenmessung heranzieht und das Laserlicht mit Hilfe einer Laserstrahlführung innerhalb eines durch die Vorrichtung vorgegebenen Bearbeitungsbereichs über die Fläche des Werkstücks geführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Eichfläche eine Ebene ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Eichebene mehrmals vermessen wird, wobei sie zwischen einzelnen Messungen relativ zum Meßsystem in horizontaler Richtung verschoben wird und wobei für einander im Arbeitsbereich entsprechende oder nahe beieinanderliegende Meßpunkte Korrekturwerte nach Maßgabe aller Messungen für diesen Meßpunkt gebildet und für diesen Meßpunkt gespeichert wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen Meßpunkten in Vorschubrichtung des Laserstrahls durch die Verarbeitungsgeschwindigkeit eines digitalen Systems und durch die Vorschubgeschwindigkeit des Laserstrahls bestimmt ist.
6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Eichebene eine Welligkeit von kleiner  $5\text{ }\mu\text{m}$ , vorzugsweise kleiner  $1\text{ }\mu\text{m}$  hat.
7. Verfahren zur Tiefenmessung in einem Gesenk, das durch eine Laserbearbeitungsvorrichtung erzeugt wird, mittels eines Tiefensensors, der ein von der Bearbeitungsstelle ausgehendes Licht zur Tiefenmessung heranzieht und wobei das Laserlicht mit Hilfe einer Laserstrahlführung innerhalb eines durch die Vorrichtung vorgegebenen Bearbeitungsbereichs über die Fläche des Werkstücks geführt wird,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
der Tiefensensor mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 geeicht wird,  
eine Tiefe an einer bestimmten Stelle des Gesenks gemessen wird,  
der Meßwert nach Maßgabe der Position der Stelle beziehnehmend auf die gespeicherten Korrekturwerte korrigiert wird, und  
der korrigierte Wert als gemessene Tiefe verwendet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrektur additiv und/oder multiplikativ erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Korrektur nach Maßgabe der Gesenktiefe erfolgt.
10. Verfahren zur Herstellung eines definiert geformten Gesenks in einem Werkstück mit einer Laserbearbeitungsvorrichtung, die schichtweise Material des Werkstücks in horizontalen Schichten ( $S$ ;  $x$ ,  $y$ ) entsprechend der definierten Form abträgt, wobei die Gesenktiefe ( $z$ ) fortlaufend gemessen wird, insbesondere nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzen ( $x_g$ ,  $y_g$ ) in horizontaler Richtung für den Abtrag in einer folgenden Schicht ( $S_{i+1}$ ) nach Maßgabe der Gesenktiefe ( $z$ ) aus der Formdefinition des Gesenks ermittelt werden.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke ( $\Delta z$ ) einer abgetragenen Schicht ( $S_i$ ) aus gemessenen Gesenktiefen ermittelt wird, und die Grenzen ( $x_g$ ,  $y_g$ ) in horizontaler Richtung für den Abtrag in einer folgenden Schicht ( $S_{i+1}$ ) auch nach Maßgabe der ermittelten Schichtdicke ( $\Delta z$ ) aus der Formdefinition des Gesenks ermittelt werden.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der Abtragsgrenzen einer Schicht bezugnehmend auf gespeicherte Formdaten des Gesenks erfolgt.
13. Verfahren zur Herstellung eines definiert geformten Gesenks in einem Werkstück mit einer Laserbearbeitungsvorrichtung, die schichtweise Material des Werkstücks entsprechend der definierten Form abträgt, insbesondere nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die Gesenk-

tiefe fortlaufend gemessen wird, insbesondere nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwerte fortlaufend zusammen mit den jeweiligen Koordinaten oder an Speicherstellen entsprechend den jeweiligen Koordinaten gespeichert und zur späteren Ansteuerung der Laserbearbeitungsvorrichtung verwendet werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß ein gespeicherter Meßwert verwendet wird, wenn innerhalb derselben Schicht der Laser sich in der Nähe der dem Meßwert entsprechenden Stelle befindet und/oder wenn in einer tieferen Schicht der Laser sich in der Nähe oder an der dem Meßwert entsprechenden Stelle befindet.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein Meßwert zur augenblicklichen oder späteren Einstellung von Wechselwirkungsparametern des Laserstrahls herangezogen wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Laseramplitude und/oder die Impulsüberhöhung und/oder das Tastverhältnis eines gepulsten Lasers eingestellt werden.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die gespeicherten Meßwerte zum Abtrag einer Teilschicht herangezogen werden.
18. Vorrichtung zur Tiefenmessung in einem Gesenk (10), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei das Gesenk (10) durch eine Laserbearbeitungsvorrichtung (12-18) erzeugt wird, die



das Laserlicht mit Hilfe einer Laserstrahlführung innerhalb eines durch die Vorrichtung vorgegebenen Bearbeitungsbereichs über die Fläche des Werkstücks führt, mit

einem Tiefensensor (70, 71), der ein von der Bearbeitungsstelle ausgehendes Licht zur Tiefenmessung heranzieht und einen Meßwert erzeugt,

gekennzeichnet durch

eine Eichvorrichtung (72-74), die zur Vermessung einer vorzugsweise ebenen Eichfläche ausgelegt ist und einen Speicher (73) zur Abspeicherung von Korrekturwerten nach Maßgabe von Unterschieden zwischen Meßwerten und bekannten Werten zusammen mit den jeweiligen Koordinaten oder an Speicherstellen entsprechend den jeweiligen Koordinaten aufweist, und

eine Korrekturvorrichtung (74, 75), die den Meßwert nach Maßgabe der Position der Stelle beziehend auf die im Speicher (74) gespeicherten Korrekturwerte korrigiert.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrektur additiv und/oder multiplikativ erfolgt.
20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß eine Korrektur nach Maßgabe der Gesenktiefe erfolgt.
21. Vorrichtung zur Herstellung eines definiert geformten Gesenks (10) in einem Werkstück (11), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 10 bis 12, mit  
einer Laserbearbeitungsvorrichtung (12-18), die schichtweise Material des Werkstücks (11) in horizontalen Schichten (S; x, y) entsprechend der definierten

Form abträgt, und  
 einer Meßvorrichtung (70-73), insbesondere nach einem  
 der Ansprüche 18 bis 20, die die Gesenktiefe (z) fort-  
 laufend mißt,  
 gekennzeichnet durch  
 eine Steuervorrichtung (81), die die Grenzen ( $x_g$ ,  $y_g$ )  
 in horizontaler Richtung für den Abtrag in einer fol-  
 genden Schicht ( $S_{i+1}$ ) nach Maßgabe der Gesenktiefe (z)  
 aus der Formdefinition ermittelt.

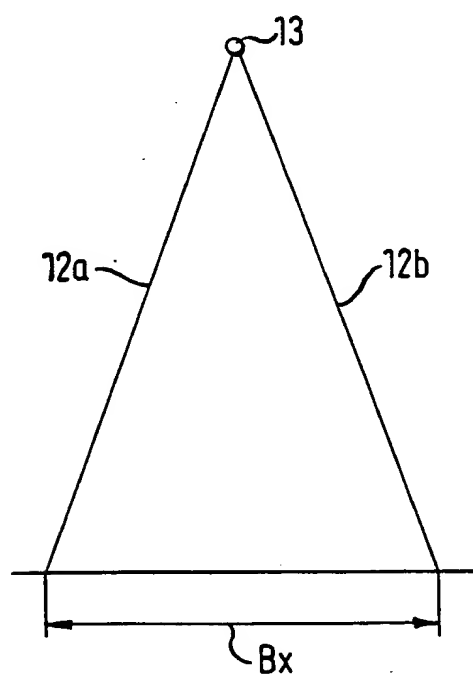
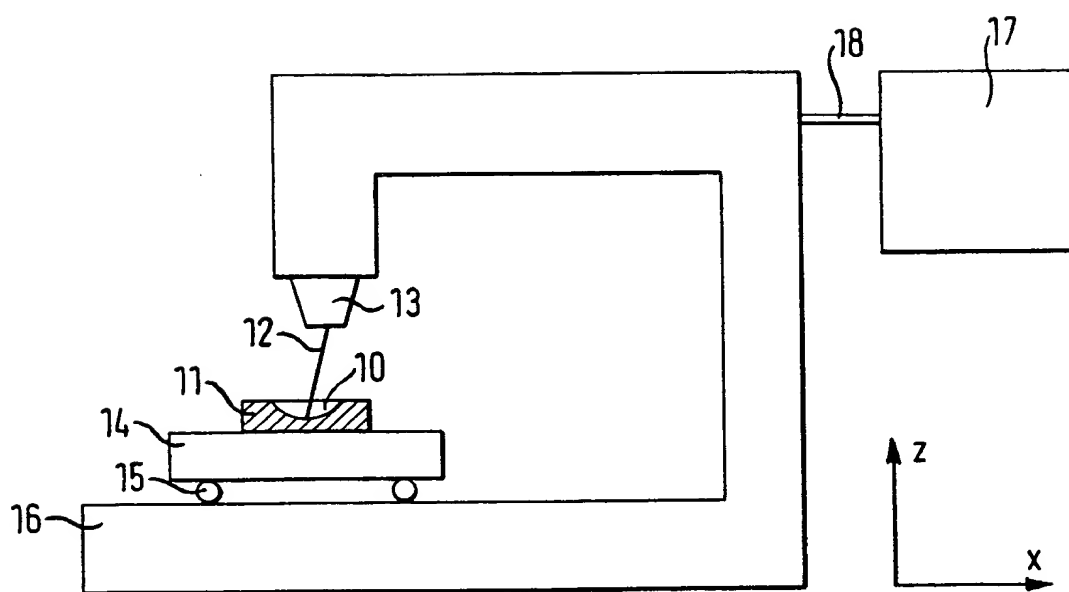
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet,  
 daß die Steuervorrichtung eine Ermittlungseinrichtung  
 (82) zum Ermitteln der Dicke ( $\Delta z$ ) einer abgetragenen  
 Schicht ( $S_i$ ) aus gemessenen Gesenktiefen aufweist, und  
 wobei die Steuervorrichtung (81) die Grenzen ( $x_g$ ,  $y_g$ )  
 in horizontaler Richtung für den Abtrag in einer fol-  
 genden Schicht ( $S_{i+1}$ ) auch nach Maßgabe der ermittelten  
 Schichtdicke ( $\Delta z$ ) aus der Formdefinition ermittelt.
23. Vorrichtung nach Anspruch 21 oder 22, gekennzeichnet  
 durch einen Speicher (83) zur Speicherung der Formdefi-  
 nition des Gesenks (10).
24. Vorrichtung, insbesondere nach einem der Ansprüche 21  
 bis 23, zur Herstellung eines definiert geformten Ge-  
 senks (10) in einem Werkstück (11), insbesondere zur  
 Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 13  
 bis 17, mit  
 einer Laserbearbeitungsvorrichtung (12-18), die  
 schichtweise Material des Werkstücks (11) entsprechend  
 der definierten Form abträgt, und  
 einer Meßvorrichtung, insbesondere nach einem der An-  
 sprüche 18 bis 20, die die Gesenktiefe (z) fortlaufend  
 mißt,  
 gekennzeichnet durch

eine Speichervorrichtung (91), die die Meßwerte fortlaufend zusammen mit den jeweiligen Koordinaten oder an Speicherstellen entsprechend den jeweiligen Koordinaten speichert, und  
eine Steuervorrichtung (63, 92, 93), die die Laserbearbeitungsvorrichtung (12-18) nach Maßgabe der gespeicherten Meßwerte ansteuert.

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuervorrichtung einen gespeicherten Meßwert verwendet, wenn innerhalb derselben Schicht der Laser sich in der Nähe der dem Meßwert entsprechenden Stelle befindet und/oder wenn in einer tieferen Schicht der Laser sich in der Nähe oder an der dem Meßwert entsprechenden Stelle befindet.
26. Vorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuervorrichtung einen Meßwert zur augenblicklichen oder späteren Einstellung von Wechselwirkungsparametern des Laserstrahls heranzieht.

1/7

FIG. 1



2/7

FIG. 2

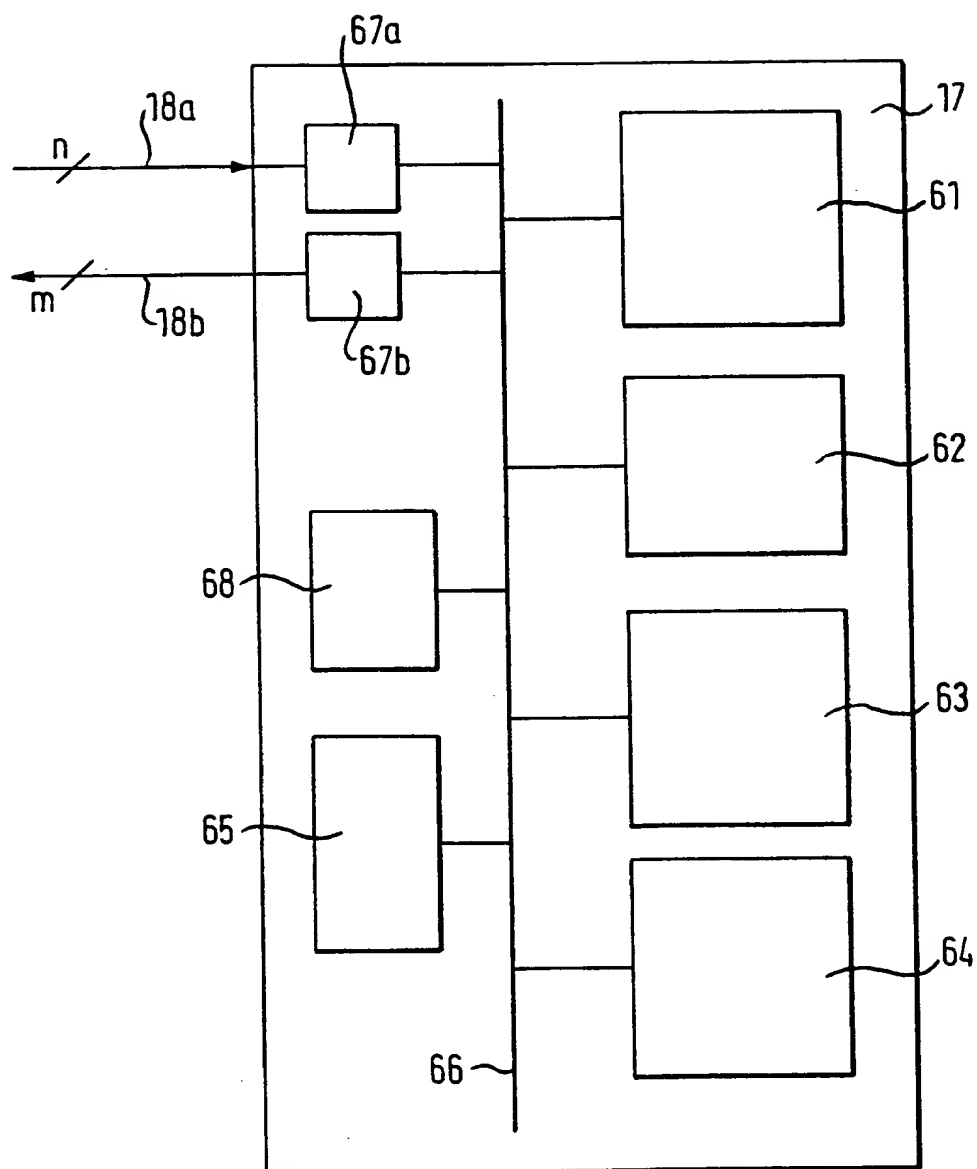
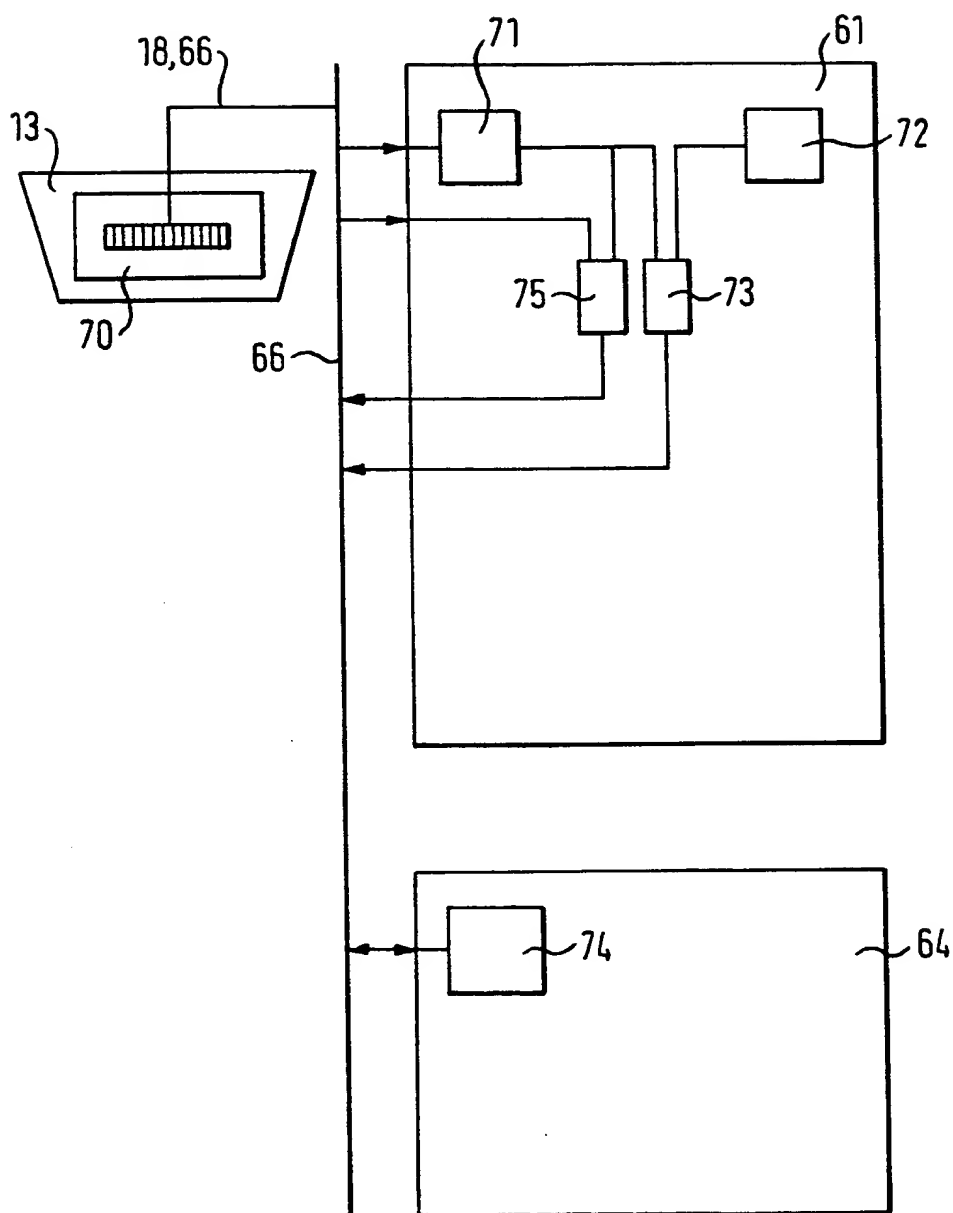
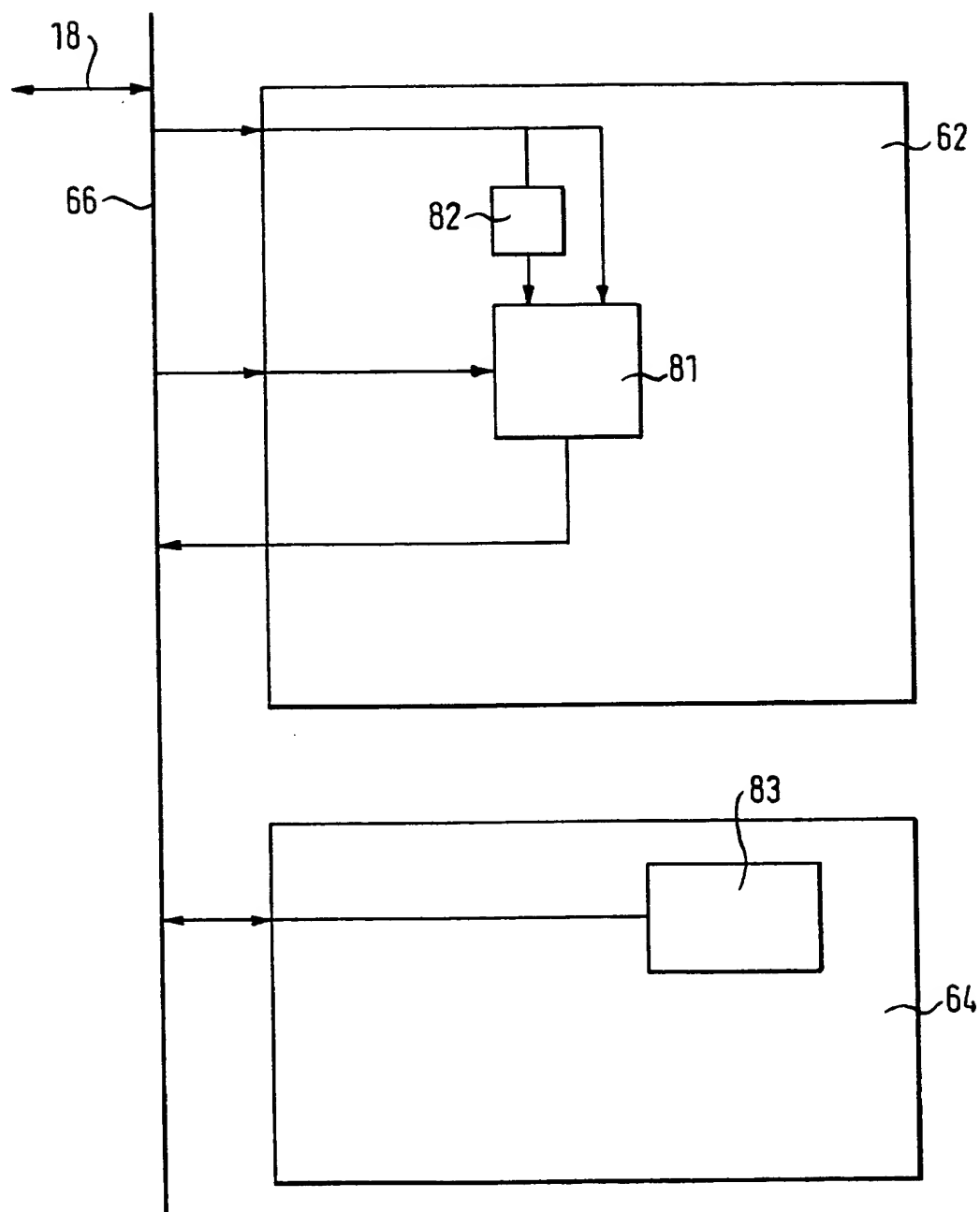


FIG. 3



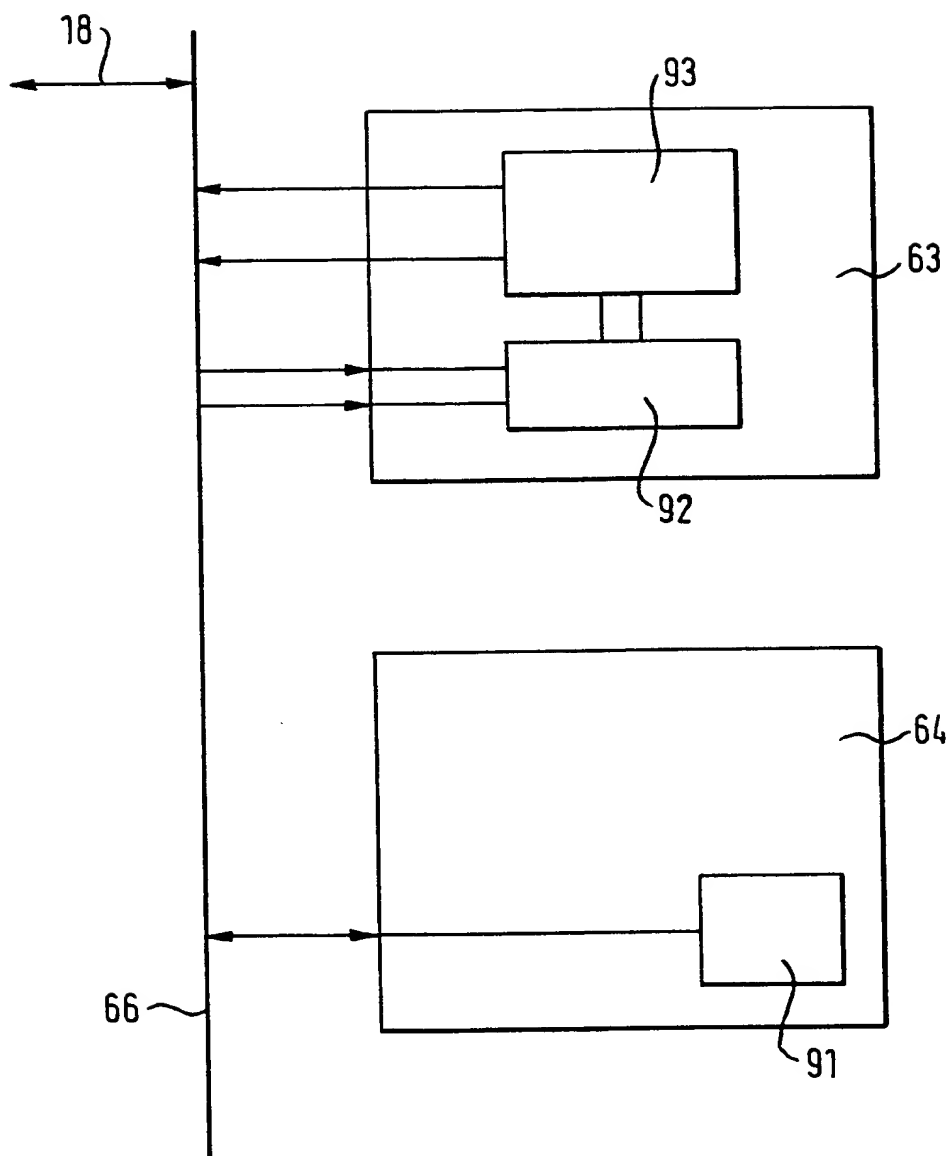
4/7

FIG. 4



5/7

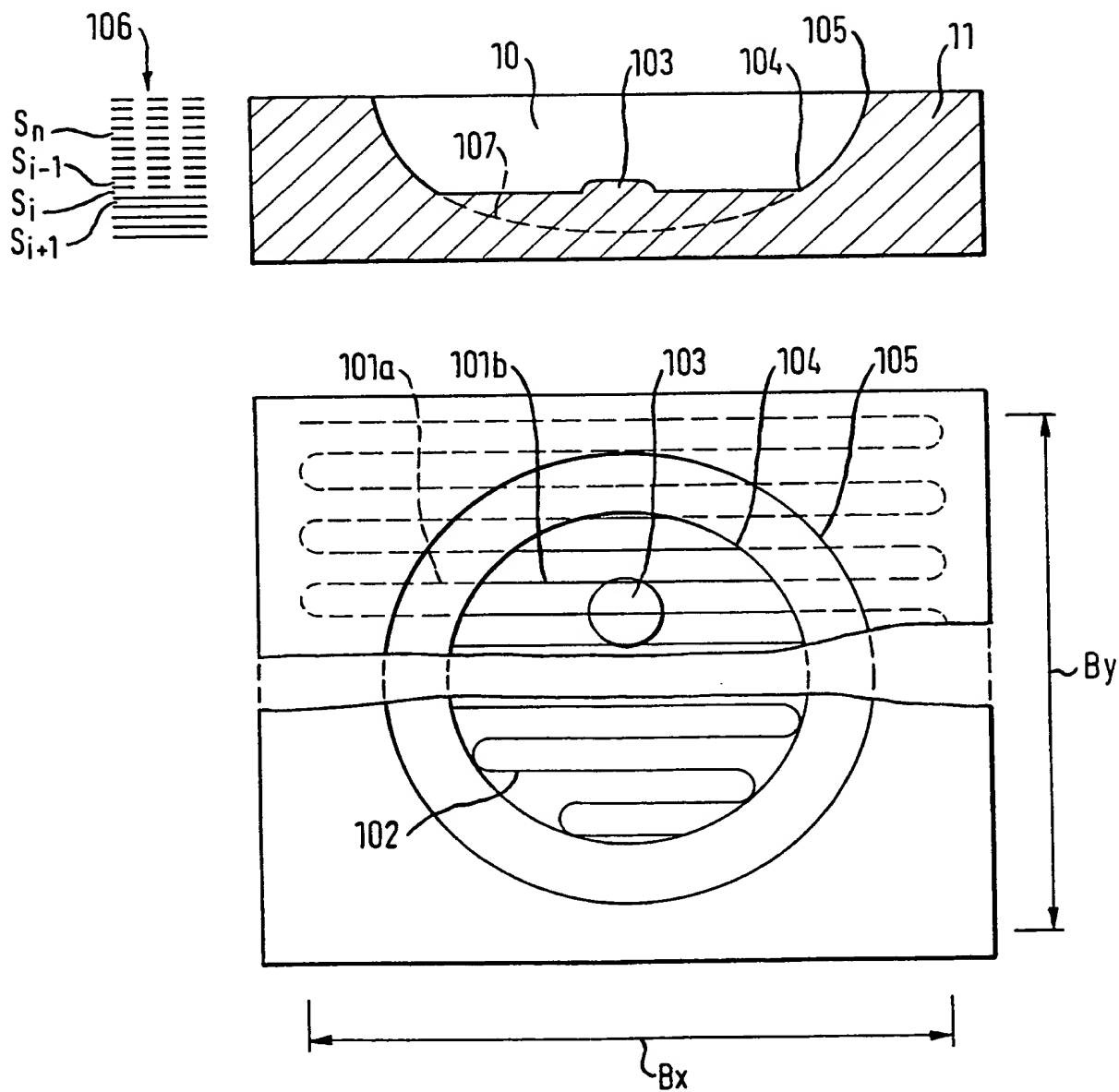
FIG. 5





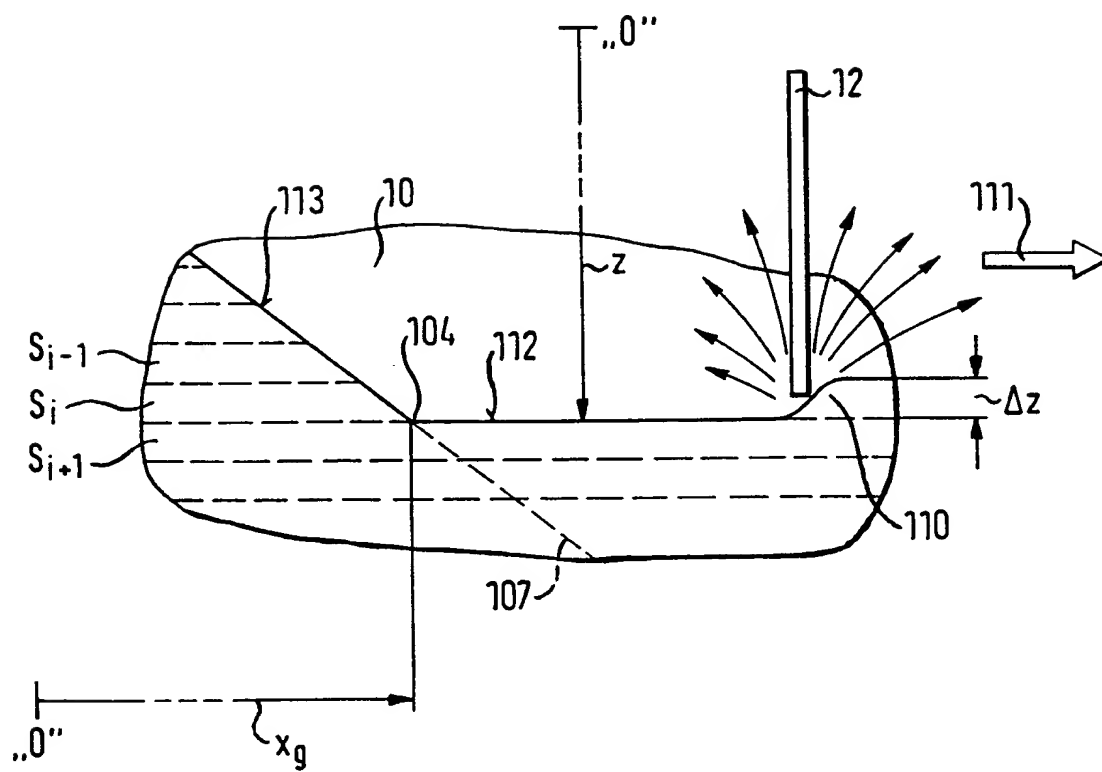
6/7

FIG. 6



7/7

FIG. 7



# INTERNATIONALEK RECHERCHENBERICHT

Inte: ...ionales Aktenzeichen

PCT/EP 98/06225

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 6 G01B11/02 B23K26/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 G01B B23K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 31 17 556 A (FERRANTI) 19. Mai 1982 siehe Anspruch 1; Abbildung 4 ----	1,7,18
X	DE 40 11 780 C (HERR LANGER) 26. September 1991 siehe Anspruch 1; Abbildung 2 ----	1,7,18
X	DE 42 00 632 A (MAHO) 15. Juli 1993  siehe Spalte 2, Zeile 24 - Zeile 29 siehe Spalte 7, Zeile 52 - Zeile 54; Abbildung 2 -----	10,13, 21,24



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. Mai 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

02/06/1999

Bevollmächtigter Bediensteter

# INTERNATIONALER RESEARCHBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/06225

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3117556 A	19-05-1982	GB 2076532 A JP 57009175 A	02-12-1981 18-01-1982
DE 4011780 C	26-09-1991	KEINE	
DE 4200632 A	15-07-1993	DE 59300797 D EP 0552616 A ES 2081640 T JP 5261578 A US 5376770 A	30-11-1995 28-07-1993 01-03-1996 12-10-1993 27-12-1994

**Tiefenmessung und Tiefensteuerung bzw. -regelung  
für ein durch eine Laserbearbeitungsvorrichtung  
herzustellendes Gesenk**

Die Erfindung betrifft im weitesten Sinne die Tiefenmessung und Tiefensteuerung bzw. -regelung für ein durch eine Laserbearbeitungsvorrichtung herzustellendes Gesenk.

Ein Tiefenmeßsystem ist aus der DE OS 42 06 499 bekannt. Dort wird inkohärentes Prozeßleuchten ausgewertet, beispielsweise über ein Triangulationsverfahren oder durch Auswertung des Abstands zwischen verschiedenen Abbildern des Leuchtflecks.

Zur Abbildung des Leuchtflecks auf einen Sensor oder eine Sensorzeile wird eine Linse benötigt. Da der Leuchtfleck an beliebigen Stellen im Arbeitsbereich  $B_x$ ,  $B_y$  liegen kann, muß dafür Sorge getragen werden, daß bei allen Lagen des Leuchtflecks im Bearbeitungsbereich der Laserbearbeitungsvorrichtung die Fokussierung hinreichend genau ist.

Herkömmliche Linsen haben eine kugelförmige Brennfläche. Da die von der Laserbearbeitungsvorrichtung gerade bearbeitete Fläche jedoch in der Regel nicht kugelflächig ist, wird somit immer eine leichte Defokussierung auftreten. Sogenannte F $\theta$ -Linsen sind dahingehend korrigiert, daß sie eine ebene Brennfläche haben. Auch diese Brennfläche ist jedoch nicht vollständig eben, so daß Defokussierungen auftreten können. In Abhängigkeit von der gewünschten Meßgenauigkeit können solche Unschärfen zu nicht hinnehmbaren Genauigkeitseinbußen führen. Die genannten F $\theta$ -Linsen erlauben Meßgenauigkeiten im Bereich von ca. 100  $\mu$ m. In diesem Bereich liegt auch die Ungenauigkeit der Brennebene dieser F $\theta$ -Linsen. In modernen Laserbearbeitungsvorrichtungen sind jedoch Fertigungsgenauigkeiten von wenigen Mikrometern erreichbar bzw. einregelbar. Dann sind aber auch entsprechend genaue Meßsysteme notwendig, die insbesondere in ihrer Genauigkeit den Fertigungsgenauigkeiten in etwa entsprechen. Mit dem aus der DE 42 06 499 bekannten Meßsystem können die geforderten Genauigkeiten nicht erreicht werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn das Meßsystem im Bearbeitungssystem integriert ist, und insbesondere, wenn beide die gleiche Optik verwenden. Das zur Messung herangezogene Prozeßbleuchten durchläuft dann einen vergleichsweise weiten Bereich des Abbildungssystems, so daß die genannten Ungenauigkeiten deutlich auftreten. Sie können im Bereich von Zehntel Millimetern liegen.

Aus der DE 42 09 933 ist ein Verfahren zur partiellen Veränderung von Oberflächen metallischer oder nicht-metallischer Körper mit einem Nd:YAG-Laser bekannt. Ein in die Tiefe gehender Materialabtrag ist hier nicht beschrieben.

Die Ausbildung von Gesenken mittels Laserbearbeitungsvorrichtungen erfolgt bisher in der Weise, daß ein schichtwei-

ser Abtrag vorgenommen wird. Die Schichtdicke ist jeweils vorgegeben und wird eingeregelt. Dies hat den Nachteil, daß Leistungsreserven bereitgehalten werden müssen, damit das Regelungsziel in jedem Fall sicher erreicht werden kann. Bekannte Verfahren haben darüber hinaus den Nachteil, daß bei einer Tiefenregelung letztendlich der Regelungserfolg an einem anderen Ort eintritt als dem Meßort. Dies ergibt sich aus der Verarbeitungsgeschwindigkeit der Regelung und der Führungsgeschwindigkeit des Laserstrahls. Während der Verarbeitungsdauer wird der Laserstrahl weiterbewegt, so daß der Regelungserfolg örtlich verschoben auftritt. Dies wird tendenziell auch in weiteren Schichten so sein, so daß Schwierigkeiten hinsichtlich der Tiefeneinregelung auftreten können.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur genauen Tiefenmessung und zur genauen Tiefeneinregelung bei Laserbearbeitungsvorrichtungen anzugeben.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Abhängige Ansprüche sind auf bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung gerichtet.

Eine genaue Tiefenmessung erhält man, indem das eigentliche Sensorsystem insbesondere auf die verwendete Optik geeicht wird. Hierzu wird eine bekannte Eichfläche, vorzugsweise eine Ebene, vermessen. Die tatsächlichen Werte werden dann mit den bekannten Werten verglichen, und nach Maßgabe des Unterschieds werden für die jeweilige Position im Bearbeitungsbereich Korrekturwerte gebildet und gespeichert.

In dieser Beschreibung wird davon ausgegangen, daß die Gesenktiefe in z-Richtung eines rechtwinkligen Koordinatensystems verläuft, während der Bearbeitungsbereich eine Ebene im wesentlichen in der x-y-Ebene des Koordinatensystems ist

(siehe Fig. 1). Für den Bearbeitungsbereich  $B_x$ ,  $B_y$  wird also ein zweidimensionales Korrekturfeld ermittelt, das dann bei den tatsächlichen Messungen zur Korrektur herangezogen werden kann.

Anstatt wie im Stand der Technik mit festen Schichtdicken zu arbeiten und deren Einhaltung einzuregeln, ist es auch möglich, die momentane Gesenktiefe  $z$  zu bestimmen und sich nach Maßgabe dieser absoluten Gesenktiefe aus der Definition der herzustellenden Form die Begrenzungen in  $x$ - und  $y$ -Richtung für eine folgende, insbesondere die nächste abzutragende Schicht zu ermitteln. Bei einem wannenförmig nach unten zulaufenden Gebilde könnte beispielsweise festgestellt werden, daß beim Abtrag in einer Schicht tiefer in das Material eingedrungen wurde als vorgesehen. In der nächsten Schicht würden dann engere Grenzen in  $x$ - und  $y$ -Richtung eingestellt werden.

Eine weitere Verbesserung der Genauigkeit ergibt sich, wenn nicht nur die absolute Gesenktiefe beim Ausrechnen der Grenzen in horizontaler Richtung für die nächste Schicht berücksichtigt wird, sondern auch die derzeit mit den herrschenden Parametern abgetragene Schichtdicke. Mit dieser Schichtdicke  $\Delta z$  kann genauer in  $z$ -Richtung der Formdefinition vorgedrungen werden, so daß dementsprechend genauer die Grenzen für die folgende Schicht ausgerechnet werden können.

Um ein "a priori"-Wissen für die Ansteuerung der Vorrichtung zu erzeugen, können die fortlaufend ermittelten Tiefenmeßwerte gespeichert werden, insbesondere nach Maßgabe ihrer  $x$ - und  $y$ -Koordinate. Das dadurch gespeicherte Wissen kann im weiteren Verlauf genutzt werden, um geeignete Maßnahmen zu veranlassen.



Explizit sei hier noch auf folgendes hingewiesen: Zeitlich sehr nahestehend zum Anmeldetag dieser Anmeldung hat die Anmelderin zwei weitere Anmeldungen betreffend Verfahren und Vorrichtungen zur Laserbearbeitung eines Werkstücks eingereicht, nämlich die Anmelde-nummern ..... ("Patching") und ..... ("Trennmittel"). Hiermit und gegebenenfalls später im nachfolgenden Text wird auf diese Anmeldungen ausdrücklich Bezug genommen.

Nachfolgend werden beziehungsweise auf die beiliegenden Zeichnungen einzelne Ausführungsformen der Erfindung beschrieben, es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Laserbearbeitungsvorrichtung,

Fig. 2 schematisch als funktionelles Blockdiagramm eine Steuerung bzw. Regelung,

Fig. 3 die Tiefenmeßvorrichtung aus Fig. 2,

Fig. 4 die Steuervorrichtung zur Ermittlung der Abtragsgrenzen in einer Schicht aus Fig. 2,

Fig. 5 die Steuervorrichtung zum Speichern von Meßwerten aus Fig. 2,

Fig. 6 und 7 in Draufsicht und als Querschnitt schematisch ein Werkstück zur Erläuterung von allgemeinen Überlegungen.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Laserbearbeitungsvorrichtung. Gegebenenfalls erfolgen Betrachtungen anhand des schon genannten rechtwinkligen x-y-z-Koordinatensystems, wobei x und z in der Zeichenebene gezeigt sind und y nach unten durch die Zeichenebene sticht.

Ein Ständer 16 trägt einen Bearbeitungskopf 13 und einen gegebenenfalls verschieblichen Werkstückträger 14. Im allgemeinen ist eine Relativverschiebung zwischen Kopf 13 und Werkstück 11 zumindest in der x-y-Ebene möglich. Angedeutet ist dies hier durch Rollen 15 zwischen Werkstückträger 14 und Zeiger 16. Statt dessen oder zusätzlich kann auch der Kopf 13 beweglich sein. Im Werkstück 11 wird ein Gesenk 10 ausgebildet. Das Gesenk wird mittels eines Laserstrahls 12 erzeugt. In der Regel erfolgt ein schichtweiser Abtrag dahingehend, daß Schichten, die jeweils an unterschiedlichen Positionen in z-Richtung liegen und sich in der x-y-Ebene erstrecken, nacheinander von oben nach unten abgetragen werden. In Fig. 6 ist dies schematisch gezeigt: Im Querschnitt oben zeigt die Linie 107 zusammen mit den sichtbaren Konturen die zuletzt gewünschte Endform. Sie wird durch schichtweisen Abtrag erzeugt. Die Schichten sind in der Darstellung 106 symbolisiert. Die unterbrochenen Linien stellen bereits abgetragene Schichten dar, während die durchgezogenen Linien noch zu bearbeitende Schichten symbolisieren. Die gerade bearbeitete Schicht wird als  $S_i$  bezeichnet, die Schicht davor als  $S_{i-1}$ , die Schicht danach als  $S_{i+1}$ . Auch Kombinationen der genannten Möglichkeiten sind möglich.

Zum Abtragen einer Schicht sind verschiedene Strategien möglich: Innerhalb des Bearbeitungsbereichs  $B_x$ ,  $B_y$  des Kopfs wird der Laserstrahl durch eine geeignete Laserstrahlführung über die Fläche geführt. Gezeigt sind mandernde Ausführungsformen. Im oberen Teil der Draufsicht ist eine Ausführungsform gezeigt, in der die Strahlführung prinzipiell den gesamten Bearbeitungsbereich  $B_x$ ,  $B_y$  überstreicht, wobei der Laser nur dann angeschaltet wird, wenn er über eine zu bearbeitende Fläche streicht, letztendlich also über den Boden des Gesenks 10. Dies entspricht den durchgezogenen Linien 101b, während die gestrichelten Linien

en 101a den "Dunkelweg" zeigen. Unten in der Draufsicht ist dagegen eine Ausführungsform gezeigt, in der die Laserstrahlführung den Laser lediglich über die zu bearbeitenden Flächen führt, also über den momentanen Boden des Gesenks. Wenn eine Schicht  $S_i$  abgetragen ist, wird mit dem Abtrag in der nächsten Schicht  $S_{i+1}$  fortgefahren.

Der Bearbeitungsbereich  $B_x$ ,  $B_y$  ist in der Regel durch konstruktive Bedingungen begrenzt. In der Regel handelt es sich um rechteckige Bereiche, außerhalb derer der Laserstrahl nicht mehr geführt werden kann. In Fig. 1 unten ist dies schematisch gezeigt. Hier wird der Bearbeitungskopf als Punktlichtquelle 13 angesehen. Die Auslenkung des Strahls kann zwischen einer weitestmöglich linken Position 12a und einer weitestmöglich rechten Position 12b erfolgen. Dadurch ergibt sich ein Bereich  $B_x$  in x-Richtung. Sinngemäß das gleiche gilt für die y-Koordinate.

Die Vorrichtung in Fig. 1 weist eine Steuerung/Regelung 17 auf, die über Leitungen 18 mit der Bearbeitungsvorrichtung verbunden ist. Die Steuerung/Regelung (nachfolgend kurz als Steuerung bezeichnet) 17 kann kompakt oder räumlich verteilt aufgebaut sein. In der Regel wird sie digitale Komponenten aufweisen, beispielsweise einen Prozeßrechner.

Fig. 2 zeigt schematisch als funktionales Blockdiagramm den Aufbau der Steuerung 17. Es sind  $n$  einlaufende Signalleitungen 18a und  $m$  auslaufende Signalleitungen 18b vorgesehen. Sie durchlaufen Treiber/ Koppler/Wandler/Aufbereitungskomponenten 67a, 67b, die Umsetzungen betreffend Datenformat, Leistung u.ä. vornehmen. Die Steuerung 17 weist zumindest einen Speicher 64 auf, in dem Daten verschiedenster Art gespeichert werden können. Darüber hinaus sind verschiedene allgemeine Steuerungs- bzw. Regelungsfunktionen 65 vorgesehen (beispielsweise zur Laserstrahlsteuerung,

Laserstrahlführung usw.). Durch 68 sind Funktionen symbolisiert, die den in den beiden weiter oben genannten weiteren Anmeldungen beschriebenen Funktionen und Merkmalen ("Patching" und "Trennmittel") entsprechen. Sie können zusammen mit den erfindungsgemäßen Funktionen vorgesehen sein und vorteilhafte Wirkungen haben. 66 symbolisiert einen Kanal, der die zwischen den einzelnen notwendige Kommunikation erlaubt. Soweit er als Hardware verstanden werden soll, kann es sich beispielsweise um einen Bus eines Rechners handeln.

61 symbolisiert die Funktion einer erfindungsgemäßen Tiefenmessung, 62 symbolisiert eine erfindungsgemäße Steuerungsfunktion zum Ermitteln der Bearbeitungsgrenzen in einer Schicht  $S_1$ , 63 eine erfindungsgemäße Funktion zum Speichern und späteren Auswerten von Meßwerten. Die Funktionen 61-63 arbeiten zumindest mit dem Speicher 64 und je nach Notwendigkeit mit weiteren Funktionen zusammen. Sie können auch mit den in den beiden anderen Anmeldungen beschriebenen Funktionen 68 zusammenarbeiten.

Fig. 3 zeigt beispielhaft eine Ausführungsform einer Tiefenmeßvorrichtung. Gleiche Bezugsziffern wie in den vorherigen Zeichnungen bedeuten gleiche Komponenten. Gezeigt ist eine Ausführungsform, in der der primäre Sensor 70 räumlich mit dem Bearbeitungskopf 13 (zum Emittieren des bearbeitenden Laserstrahls) integriert ist. Insbesondere durchläuft das vom Sensor 70 ausgewertete Prozeßbleuchten zumindest teilweise die gleiche Optik wie der bearbeitende Laserstrahl. Gezeigt ist ein Zeilensensor, der ein Abbild des Leuchtflecks an der soeben vom Laserstrahl beschienenen Bearbeitungsstelle auf dem Werkstück 11 empfängt. Das Meßprinzip des Sensors kann so wie in der DE OS 42 06 499 beschrieben sein. Der Sensor gibt ein mehr oder minder weit aufbereitetes Signal aus, das in der Steuerung 17 und ins-

besondere von der erfindungsgemäßen Tiefenmessung 61 empfangen wird. 71 symbolisiert eine komplexere Signalaufbereitung, die ein vergleichsweise rohes Sensorsignal in einen Tiefenwert  $z$  (längs der  $z$ -Koordinate, Fig. 1) transformiert.

Um genau messen zu können, wird die Tiefenmeßvorrichtung vor der tatsächlichen Tiefenmessung geeicht. Hierzu wird eine Eichfläche vermessen. Die Eichfläche hat eine bekannte Form, vorzugsweise ist sie eben. Vorzugsweise ist die Eichfläche so groß, daß der gesamte Bearbeitungsbereich  $B_x$ ,  $B_y$  auf ihr Platz findet. In einem Eichdurchgang wird die Höhe der Eichfläche in  $z$ -Richtung an verschiedenen Punkten (z.B. rasterförmig verteilt) im Bearbeitungsbereich  $B_x$ ,  $B_y$  vermessen. Der so gewonnene Meßwert wird mit der bekannten Höhe der Eichfläche (symbolisiert 72) in einer Vergleichseinrichtung 73 verglichen. Der Unterschied ist ein Maß für den Meßfehler. Der Unterschied kann positionsabhängig im Speicher 74 gespeichert werden bzw. zur Ermittlung eines Korrekturwerts, der seinerseits positionsabhängig gespeichert wird, dienen. "Positionsabhängig" in diesem Zusammenhang bedeutet in Abhängigkeit von der Position in  $x$ - bzw.  $y$ -Richtung im Bearbeitungsbereich  $B_x$ ,  $B_y$ . Die  $x$ - und  $y$ -Koordinaten sind der Steuerung 17 aus den allgemeinen Funktionen 65 bekannt.

Während des Eichens wird damit ein flächiges Korrekturfeld gespeichert, das dann zur Korrektur der eigentlichen Meßwerte verwendet werden kann. Dies ist durch Komponente 75 symbolisiert. Sie empfängt einen tatsächlichen Meßwert über Sensor 70, Leitungen 18, 66 und Signalformung 71. Darüber hinaus empfängt sie einen Korrekturwert aus Speicher 74, der seiner Position nach der Tiefenmeßposition entspricht. In der Korrekturvorrichtung 75 wird der gemessene Wert korrigiert und für weitere Systemfunktionen ausgegeben bzw.

bereitgehalten. Die Korrektur kann additiv und/oder multiplikativ erfolgen. Es kann auch ein Kennfeld vorgesehen sein. Es kann auch eine Korrektur nach Maßgabe der absoluten Tiefe  $z$  vorgesehen sein.

Im Eichvorgang kann die Eichfläche mehrmals vermessen werden, wobei sie zwischen den einzelnen Messungen in horizontaler Richtung ( $x$  und/oder  $y$ ) verschoben werden kann. Es werden dann für die einzelnen Positionen im Bearbeitungsbereich  $B_x$ ,  $B_y$  Korrekturwerte nach Maßgabe der verschiedenen für die jeweilige Position  $x$ ,  $y$  im Bearbeitungsbereich  $B_x$ ,  $B_y$  gewonnenen Meßwerte ermittelt (Mittelung, Interpolation o.ä.). Auch zur Korrektur tatsächlicher Meßwerte können Interpolationen oder Mittelungen zwischen einzelnen Korrekturwerten erfolgen, insbesondere dann, wenn für den momentanen Meßort kein oder nur ein entfernt gelegener Korrekturwert vorhanden ist.

Die erfindungsgemäße Eichung bzw. die erfindungsgemäße Tiefenmessung erlaubt eine Meßgenauigkeit im Bereich weniger Mikrometer, vorzugsweise unter  $1\ \mu\text{m}$ . Die Korrekturwerte können, sofern es sich um additive Korrekturwerte handelt, einem Wert von bis zu  $1\ \text{mm}$  oder mehr entsprechen.

Die eben beschriebene Tiefenmessung in  $z$ -Richtung kann, muß aber nicht in den nachfolgend zu beschreibenden Funktionen verwendet werden.

Fig. 4 zeigt schematisch eine Steuerung für den Schichtabtrag. Die zugrundeliegenden Überlegungen werden anhand von Fig. 7 erläutert. Gleiche Bezugsziffern bedeuten dort gleiche Merkmale wie in früheren Figuren. Gezeigt ist in Fig. 7 der auf dem Boden 112 des Gesenks 10 einfallende Laserstrahl 12. Durch die Laserstrahlführung wird eine Vorschubrichtung des Laserstrahls 12 in Richtung des Pfeils



111 angenommen (hier also in x-Richtung). Material der Schicht  $S_i$  verdampft und verflüssigt und wird dadurch abgetragen. Symbolisiert wird dies durch die von der Bearbeitungsstelle 110 wegstrebenden Pfeile. Die Dicke einer Schicht wird zu  $\Delta z$  angenommen, die absolut gemessene Tiefe zu  $z$ . Die Wandung 113 des Gesenks 10 soll auch in den tieferen Schichten der Kontur 107 folgen. Die Grenze  $x_g$  zum Abtrag in der folgenden Schicht  $S_{i+1}$  hängt insbesondere bei schrägen Wänden demnach von der Tiefe  $z$  ab, ein  $dz$  führt zu einem  $dx_g$ . Solange es möglich ist, von Schicht zu Schicht die Tiefe  $z$  auf vorbestimmte Werte einzustellen, können auch die Grenzen des Schichtabtrags in einer Schicht  $x_g$  (und entsprechend  $y_g$ ) vorab gesetzt und dann eingestellt werden. Dies entspricht einer festen Programmierung des Geräts. Es kann aber wünschenswert sein, diese Schichtdicken nicht einzuhalten. Manchmal kann es auch technisch nicht möglich sein. Es ist dann vorteilhaft, ausgehend von der tatsächlichen Tiefe  $z$  für die nächste Schicht  $S_{i+1}$  die Abtragungsgrenzen in der x-y-Ebene zu bestimmen, da eine Veränderung von  $z$  auch eine Veränderung von  $x_g$  und  $y_g$  zur Folge hat. Dies entspricht einer veränderlichen Programmierung. Eine Vorrichtung zur Umsetzung dieses Gedankens ist in Fig. 4 schematisch gezeigt. Sie weist eine Steuervorrichtung 81 auf, die die horizontalen Grenzen  $x_g$ ,  $y_g$  für den Abtrag in einer folgenden Schicht, insbesondere  $S_{i+1}$  nach Maßgabe der Gesenktiefe  $z$  aus der Formdefinition, die in einem Speicher 83 gespeichert ist, ermittelt. Zu diesem Zweck empfängt die Steuervorrichtung 81 einerseits Daten, die die Formdefinition darstellen, und andererseits die Tiefe  $z$  (bzw. einen daraus hergeleiteten Wert, beispielsweise gefiltert oder gemittelt). Aus diesen Daten können die Grenzen  $x_g$ ,  $y_g$  in horizontaler Richtung des Schichtabtrags ermittelt werden und herkömmlichen Komponenten 65 zur Einregelung dieser Werte zugeführt werden.

Eine weitere Erhöhung der Genauigkeit ergibt sich, wenn zur Ermittlung der Abtragsgrenzen  $x_g$ ,  $y_g$  nicht nur die absolute Tiefe  $z$  berücksichtigt wird, sondern auch die mit den momentanen Parametern gerade abgetragene Schichtdicke  $\Delta z$ . Es muß dann nicht mit einem theoretischen Wert für die Schichtdicke "in die Tiefe des Gesenks gerechnet" werden, sondern es kann die momentan tatsächlich abgetragene Schichtstärke verwendet werden.

Wenn nur die gemessene absolute Tiefe  $z$  zur Grenzermittlung (zusammen mit einem theoretischen Wert für die Schichtdicke) berücksichtigt wird, wird das Entstehen eines kumulativen Fehlers vermieden, und es entsteht allenfalls ein nicht-kumulativer Fehler entsprechend dem Unterschied zwischen theoretischer und tatsächlicher Schichtdicke, der von Fall zu Fall hinnehmbar sein kann. Wenn auch die tatsächliche Schichtdicke  $\Delta z$  bei der Grenzermittlung berücksichtigt wird, wird auch die Entstehung dieses Restfehlers vermieden.

Fig. 4 zeigt mit 82 eine Einrichtung zur Ermittlung der Schichtdicke. Sie kann beispielsweise so ausgelegt sein, daß sie sich Meßwerte  $z$  der früheren Schicht  $S_{i-1}$  gemerkt hat und dann Meßwerte beim Abtrag der Schicht  $S_i$  damit vergleicht. Der Unterschied entspricht der Schichtdicke  $\Delta z$ . Auch hier können gefilterte oder gemittelte Werte verwendet werden.

Die Formdefinition des Gesenks kann beispielsweise in Form von CAD-Daten im Speicher 83 gespeichert sein. Bei der Vorrichtung 81 handelt es sich gegebenenfalls um eine vergleichsweise komplexe Struktur, die aus dieser Art der im Speicher 83 abgelegten Daten Schnittkanten zwischen einer Ebene (entsprechend einem Wert von  $z + \Delta z$ ) und einer Form



(entsprechend der Formdefinition des Gesenks) berechnen kann.

Fig. 5 zeigt eine Funktion, die die fortlaufend gemessenen Tiefendaten  $z$  fortlaufend speichert. Die Speicherung erfolgt vorzugsweise an Speicherstellen entsprechend der Position der vermessenen Stelle im Bearbeitungsbereich der Vorrichtung. Nicht immer ist es möglich, den momentanen Boden 112 so eben herzustellen, wie dies in Fig. 7 gezeigt ist. Vielmehr können Welligkeiten oder Inseln bzw. Dellen auftreten. In Fig. 6 ist mit Bezugszeichen 103 eine Insel symbolisiert. Betrachtet man den Vorschub des Laserstrahls 12 in Fig. 7 in Richtung des Pfeils 111, so läßt sich eine Vorschubgeschwindigkeit  $v_x$  bestimmen. Geht man nun andererseits davon aus, daß die Reaktionsgeschwindigkeit des Systems auf eine Messung begrenzt ist, läßt sich eine Zeit  $t_R$  als Reaktionszeit bestimmen, die verstreicht, bis ein gemessener Wert von  $z$  zu einer Beeinflussung des Lasers 12 führen kann. Wegen der Reaktionszeit  $t_R$  und der Vorschubgeschwindigkeit  $v_x$  werden Regelungseingriffe prinzipiell räumlich versetzt wirksam. Regelungstechnisch entspricht dies einer Totzeit. In ungünstigen Fällen kann es zu Schwingungen (Welligkeiten) kommen. Der Versatz entspricht  $\Delta x = v_x \cdot t_R$  und liegt durchaus im Bereich der betrachteten Genauigkeiten (z.B.  $v_x = 0,1 \text{ m/s}$ ,  $t_R = 0,5 \text{ ms}$ ,  $\Delta x = 50 \text{ }\mu\text{m}$ ). Um solche nachteiligen Effekte auszugleichen, kann es wünschenswert sein, Meßwerte für die Tiefe  $z$  zu speichern und später zu berücksichtigen. Dies kann zu einer der Regelung über- bzw. unterlagerten Steuerung nach Maßgabe der gespeicherten Tiefendaten führen.

Wenn die Tiefe  $z$  kontinuierlich bzw. quasi-kontinuierlich gemessen wird, kann sie ebenso kontinuierlich in einen Speicher 91 eingeschrieben werden und später in geeigneter Weise wiederverwendet werden. Im Speicher 91 entsteht dann

eine Topographie bzw. Kartographierung des momentanen Gesenkbodens, die flächig die jeweils gemessenen Tiefenwerte  $z$  wiedergibt. Die Dichte der Meßpunkte auf der Fläche ist zu hohen Werten hin in Vorschubrichtung des Laserstrahls durch die Vorschubgeschwindigkeit  $v_x$  und die Reaktionszeit  $t_R$  begrenzt und darunter wählbar. Bei mäandernder Flächenabdeckung gemäß Fig. 7 ist die Dichte der Meßpunkte in Richtung quer zur Vorschubrichtung durch den Spurabstand der Mäander bestimmt.

Wenn die Kartographierung bzw. die Topographie beispielsweise eine Insel 103 zeigt, kann dieses a priori-Wissen zum Ausgleichen der Unregelmäßigkeit benutzt werden, ohne daß der Zeitversatz aufgrund der System-Reaktionszeit die Fehlerkorrektur verhindert. Im Bereich einer erkannten Unregelmäßigkeit können aufgrund des a priori-Wissens die Wechselwirkungsparameter des Lasers verändert werden (bei Inseln in Richtung stärkerer Abtrag, bei Dellen in Richtung schwächerer Abtrag), oder es können bei größeren Abweichungen zusätzliche Schichten zum Abtrag lediglich der Unregelmäßigkeiten (der Insel oder des Landes um eine Delle) eingeschoben werden.

Das Verändern der Wechselwirkungsparameter des Laserstrahls kann geschehen, wenn innerhalb derselben Schicht der Laserstrahl wieder in der Nähe des Fehlers vorbeistreicht (z.B. in der Nachbarspur bei mäandernder Führung gemäß Fig. 6). Dies geht davon aus, daß die Laserstrahleinwirkungen nicht exakt auf eine Spur begrenzt sind. Vielmehr ist der Einwirkungsbereich unscharf abgegrenzt, so daß der auf den momentanen Gesenkboden eintreffende Laserstrahl nicht nur Wirkungen in der "idealen", gerade betrachteten Spur hat, sondern auch in benachbarten Spuren. Darüber hinaus können die Wechselwirkungsparameter des Laserstrahls auch in folgenden Schichten, beispielsweise in der nächsttieferen

Schicht geändert werden, um eine Unregelmäßigkeit, die in einer früheren Schicht erkannt wurde, auszugleichen.

Bei der beschriebenen Einstellung der Wechselwirkungsparameter nach Maßgabe der gespeicherten Gesenktiefendaten im Sinne einer Steuerung kann die Regelung des Lasers nach Maßgabe der aktuell gemessenen Werte beibehalten werden. Der Laser kann aber auch ohne diese Regelung nach Maßgabe der aktuell gemessenen Werte betrieben werden, so daß er nur nach Maßgabe der gespeicherten Parameter angesteuert wird.

Die beschriebene Kartographierung kann vorteilhaft in Verbindung mit der anhand von Fig. 4 beschriebenen Ermittlung der Abtragsgrenzen in horizontaler Richtung kombiniert werden. Einzeln oder in Kombination miteinander können diese Techniken in Verbindung mit dem beschriebenen Meßaufbau (Bezugnahme auf eine Eichkurve) verwendet werden. Das anhand von Fig. 5 beschriebene Kartographierungsverfahren kann auch zusammen mit dem in der weiteren Anmeldung des Anmelders Nr. .... ("Patching") beschriebenen Verfahren zur Einstellung der Relativposition verwendet werden. Beispielsweise können Relativpositionen zwischen Bearbeitungskopf und Werkstück so gewählt werden, daß kritische Bereiche im Werkstück (beispielsweise eine Insel 103 oder eine Delle) nicht in den Randbereich des Bearbeitungsereichs der Vorrichtung gelangen, so daß eine zuverlässige Bearbeitung der entsprechenden Stelle möglich wird. Auch die Beeinflussung der Trennmittelzufuhr entsprechend Anmeldeungsnummer .... ("Trennmittel") nach Maßgabe der bei der Kartographierung gespeicherten Daten ist möglich.

### Ansprüche

1. Verfahren zum Eichen eines Tiefensensors einer Laserbearbeitungsvorrichtung, mit der in der Fläche eines Werkstückes ein Gesenk ausgebildet werden kann, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefen von Meßpunkten auf einer Eichfläche mit bekannter Form gemessen werden, die Meßwerte mit den an den jeweiligen Meßpunkten der Eichfläche bekannten Werten verglichen werden, und Korrekturwerte nach Maßgabe von Unterschieden zwischen Meßwerten und bekannten Werten zusammen mit den jeweiligen Koordinaten oder an Speicherstellen entsprechend den jeweiligen Koordinaten gespeichert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Tiefensensor ein von der Bearbeitungsstelle ausgehendes Licht zur Tiefenmessung heranzieht und das Laserlicht mit Hilfe einer Laserstrahlführung innerhalb eines durch die Vorrichtung vorgegebenen Bearbeitungsbereichs über die Fläche des Werkstücks geführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Eichfläche eine Ebene ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Eichebene mehrmals vermessen wird, wobei sie zwischen einzelnen Messungen relativ zum Meßsystem in horizontaler Richtung verschoben wird und wobei für einander im Arbeitsbereich entsprechende oder nahe beieinanderliegende Meßpunkte Korrekturwerte nach Maßgabe aller Messungen für diesen Meßpunkt gebildet und für diesen Meßpunkt gespeichert wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen Meßpunkten in Vorschubrichtung des Laserstrahls durch die Verarbeitungsgeschwindigkeit eines digitalen Systems und durch die Vorschubgeschwindigkeit des Laserstrahls bestimmt ist.
6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Eichebene eine Welligkeit von kleiner  $5\text{ }\mu\text{m}$ , vorzugsweise kleiner  $1\text{ }\mu\text{m}$  hat.
7. Verfahren zur Tiefenmessung in einem Gesenk, das durch eine Laserbearbeitungsvorrichtung erzeugt wird, mittels eines Tiefensensors, der ein von der Bearbeitungsstelle ausgehendes Licht zur Tiefenmessung heranzieht und wobei das Laserlicht mit Hilfe einer Laserstrahlführung innerhalb eines durch die Vorrichtung vorgegebenen Bearbeitungsbereichs über die Fläche des Werkstücks geführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Tiefensensor mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 geeicht wird, eine Tiefe an einer bestimmten Stelle des Gesenks gemessen wird, der Meßwert nach Maßgabe der Position der Stelle beziehend auf die gespeicherten Korrekturwerte korrigiert wird, und der korrigierte Wert als gemessene Tiefe verwendet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrektur additiv und/oder multiplikativ erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Korrektur nach Maßgabe der Gesenktiefe erfolgt.
10. Verfahren zur Herstellung eines definiert geformten Gesenks in einem Werkstück mit einer Laserbearbeitungsvorrichtung, die schichtweise Material des Werkstücks in horizontalen Schichten ( $S$ ;  $x$ ,  $y$ ) entsprechend der definierten Form abträgt, wobei die Gesenktiefe ( $z$ ) fortlaufend gemessen wird, insbesondere nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzen ( $x_g$ ,  $y_g$ ) in horizontaler Richtung für den Abtrag in einer folgenden Schicht ( $S_{i+1}$ ) nach Maßgabe der Gesenktiefe ( $z$ ) aus der Formdefinition des Gesenks ermittelt werden.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke ( $\Delta z$ ) einer abgetragenen Schicht ( $S_i$ ) aus gemessenen Gesenktiefen ermittelt wird, und die Grenzen ( $x_g$ ,  $y_g$ ) in horizontaler Richtung für den Abtrag in einer folgenden Schicht ( $S_{i+1}$ ) auch nach Maßgabe der ermittelten Schichtdicke ( $\Delta z$ ) aus der Formdefinition des Gesenks ermittelt werden.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der Abtragsgrenzen einer Schicht bezugnehmend auf gespeicherte Formdaten des Gesenks erfolgt.
13. Verfahren zur Herstellung eines definiert geformten Gesenks in einem Werkstück mit einer Laserbearbeitungsvorrichtung, die schichtweise Material des Werkstücks entsprechend der definierten Form abträgt, insbesondere nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die Gesenk-

tiefe fortlaufend gemessen wird, insbesondere nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwerte fortlaufend zusammen mit den jeweiligen Koordinaten oder an Speicherstellen entsprechend den jeweiligen Koordinaten gespeichert und zur späteren Ansteuerung der Laserbearbeitungsvorrichtung verwendet werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß ein gespeicherter Meßwert verwendet wird, wenn innerhalb derselben Schicht der Laser sich in der Nähe der dem Meßwert entsprechenden Stelle befindet und/oder wenn in einer tieferen Schicht der Laser sich in der Nähe oder an der dem Meßwert entsprechenden Stelle befindet.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein Meßwert zur augenblicklichen oder späteren Einstellung von Wechselwirkungsparametern des Laserstrahls herangezogen wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Laseramplitude und/oder die Impulsüberhöhung und/oder das Tastverhältnis eines gepulsten Lasers eingestellt werden.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die gespeicherten Meßwerte zum Abtrag einer Teilschicht herangezogen werden.
18. Vorrichtung zur Tiefenmessung in einem Gesenk (10), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei das Gesenk (10) durch eine Laserbearbeitungsvorrichtung (12-18) erzeugt wird, die

das Laserlicht mit Hilfe einer Laserstrahlführung innerhalb eines durch die Vorrichtung vorgegebenen Bearbeitungsbereichs über die Fläche des Werkstücks führt, mit

einem Tiefensensor (70, 71), der ein von der Bearbeitungsstelle ausgehendes Licht zur Tiefenmessung heranzieht und einen Meßwert erzeugt,

gekennzeichnet durch

eine Eichvorrichtung (72-74), die zur Vermessung einer vorzugsweise ebenen Eichfläche ausgelegt ist und einen Speicher (73) zur Abspeicherung von Korrekturwerten nach Maßgabe von Unterschieden zwischen Meßwerten und bekannten Werten zusammen mit den jeweiligen Koordinaten oder an Speicherstellen entsprechend den jeweiligen Koordinaten aufweist, und

eine Korrekturvorrichtung (74, 75), die den Meßwert nach Maßgabe der Position der Stelle bezugnehmend auf die im Speicher (74) gespeicherten Korrekturwerte korrigiert.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrektur additiv und/oder multiplikativ erfolgt.
20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß eine Korrektur nach Maßgabe der Gesenktiefe erfolgt.
21. Vorrichtung zur Herstellung eines definiert geformten Gesenks (10) in einem Werkstück (11), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 10 bis 12, mit  
einer Laserbearbeitungsvorrichtung (12-18), die schichtweise Material des Werkstücks (11) in horizontalen Schichten (S; x, y) entsprechend der definierten



Form abträgt, und  
 einer Meßvorrichtung (70-73), insbesondere nach einem  
 der Ansprüche 18 bis 20, die die Gesenktiefe (z) fort-  
 laufend mißt,  
 gekennzeichnet durch  
 eine Steuervorrichtung (81), die die Grenzen ( $x_g$ ,  $y_g$ )  
 in horizontaler Richtung für den Abtrag in einer fol-  
 genden Schicht ( $S_{i+1}$ ) nach Maßgabe der Gesenktiefe (z)  
 aus der Formdefinition ermittelt.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet,  
 daß die Steuervorrichtung eine Ermittlungseinrichtung  
 (82) zum Ermitteln der Dicke ( $\Delta z$ ) einer abgetragenen  
 Schicht ( $S_i$ ) aus gemessenen Gesenktiefen aufweist, und  
 wobei die Steuervorrichtung (81) die Grenzen ( $x_g$ ,  $y_g$ )  
 in horizontaler Richtung für den Abtrag in einer fol-  
 genden Schicht ( $S_{i+1}$ ) auch nach Maßgabe der ermittelten  
 Schichtdicke ( $\Delta z$ ) aus der Formdefinition ermittelt.
23. Vorrichtung nach Anspruch 21 oder 22, gekennzeichnet  
 durch einen Speicher (83) zur Speicherung der Formdefi-  
 nition des Gesenks (10).
24. Vorrichtung, insbesondere nach einem der Ansprüche 21  
 bis 23, zur Herstellung eines definiert geformten Ge-  
 senks (10) in einem Werkstück (11), insbesondere zur  
 Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 13  
 bis 17, mit  
 einer Laserbearbeitungsvorrichtung (12-18), die  
 schichtweise Material des Werkstücks (11) entsprechend  
 der definierten Form abträgt, und  
 einer Meßvorrichtung, insbesondere nach einem der An-  
 sprüche 18 bis 20, die die Gesenktiefe (z) fortlaufend  
 mißt,  
 gekennzeichnet durch

eine Speichervorrichtung (91), die die Meßwerte fortlaufend zusammen mit den jeweiligen Koordinaten oder an Speicherstellen entsprechend den jeweiligen Koordinaten speichert, und  
eine Steuervorrichtung (63, 92, 93), die die Laserbearbeitungsvorrichtung (12-18) nach Maßgabe der gespeicherten Meßwerte ansteuert.

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuervorrichtung einen gespeicherten Meßwert verwendet, wenn innerhalb derselben Schicht der Laser sich in der Nähe der dem Meßwert entsprechenden Stelle befindet und/oder wenn in einer tieferen Schicht der Laser sich in der Nähe oder an der dem Meßwert entsprechenden Stelle befindet.
26. Vorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuervorrichtung einen Meßwert zur augenblicklichen oder späteren Einstellung von Wechselwirkungsparametern des Laserstrahls heranzieht.

### **Zusammenfassung**

#### **Tiefenmessung und Tiefensteuerung bzw. -regelung für ein durch eine Laserbearbeitungsvorrichtung herzustellendes Gesenk**

Bei einem Verfahren zur Tiefenmessung werden die Tiefen von Meßpunkten auf einer Eichfläche gemessen, und Korrekturwerte nach Maßgabe von Unterschieden zwischen den Meßwerten und bekannten Werten und zur späteren Korrektur verwendet und gespeichert. Bei einem Verfahren zur schichtweisen Herstellung eines Gesenks wurden die horizontalen Grenzen ( $x_g$ ,  $y_g$ ) für den Abtrag in einer Schicht ( $S_{i+1}$ ) nach Maßgabe der Gesenktiefe ( $z$ ) aus der Formdefinition des Gesenks ermittelt. Die Meßwerte können fortlaufend gespeichert und zur späteren Ansteuerung der Laserbearbeitungsvorrichtung verwendet werden.

(Fig. 1)

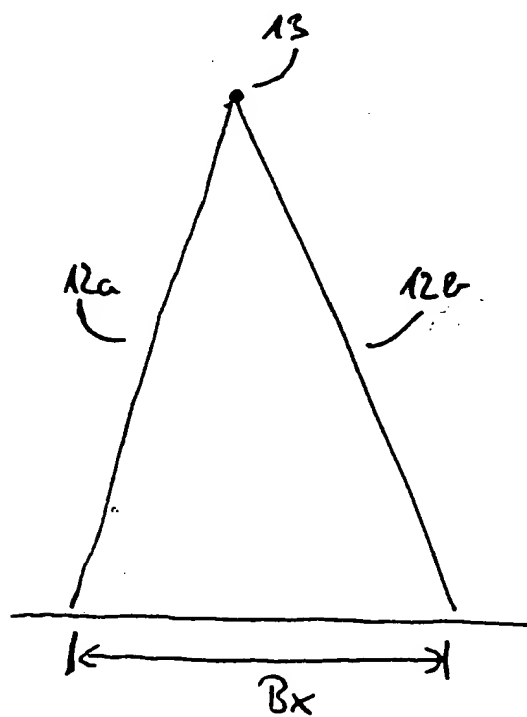
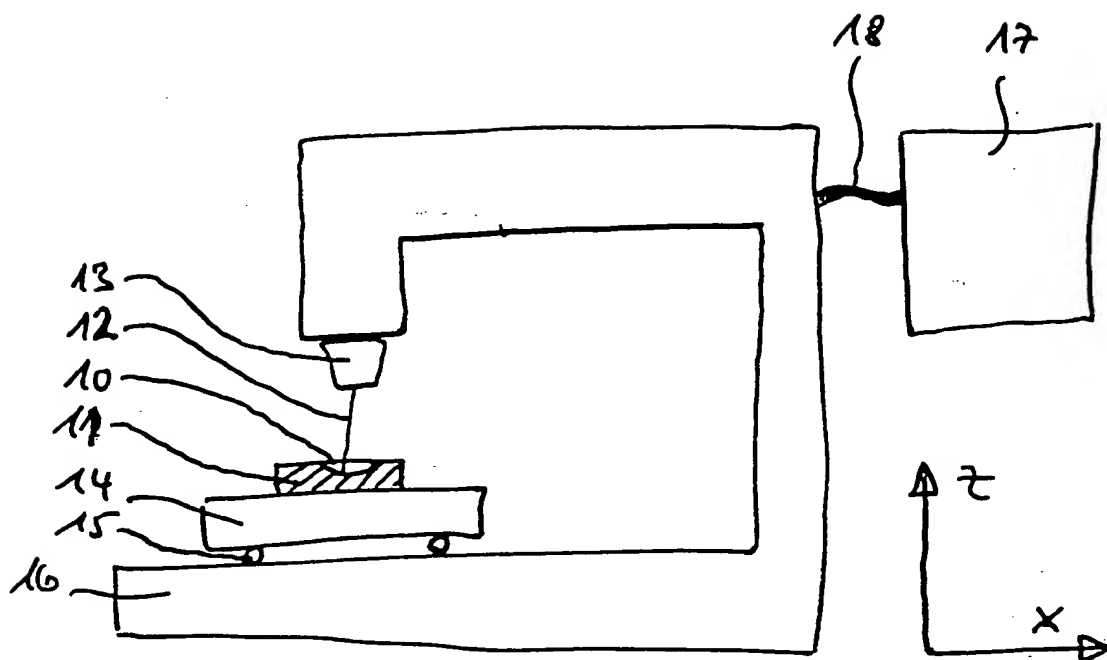
Fig. 1

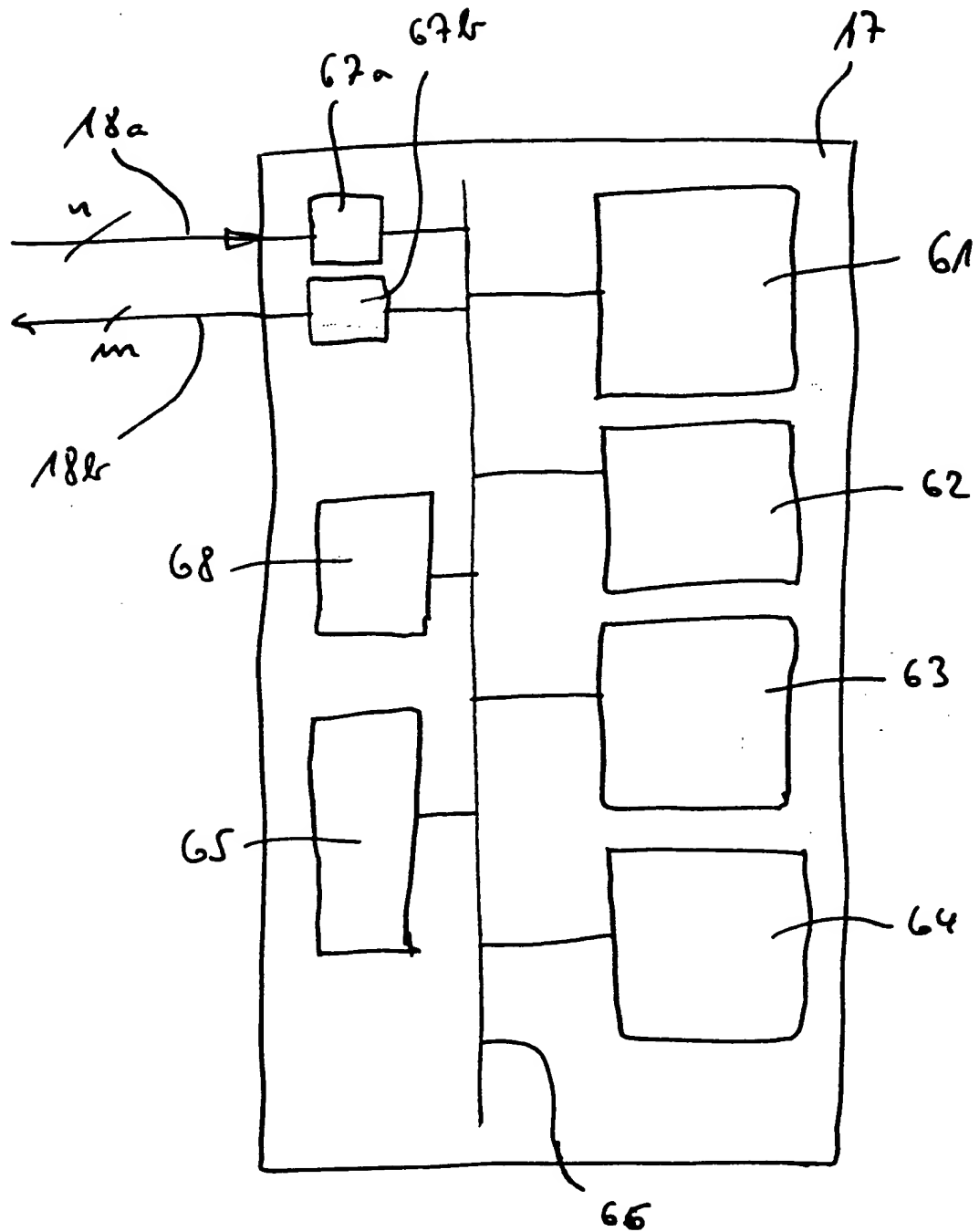
Fig. 2

Fig. 3

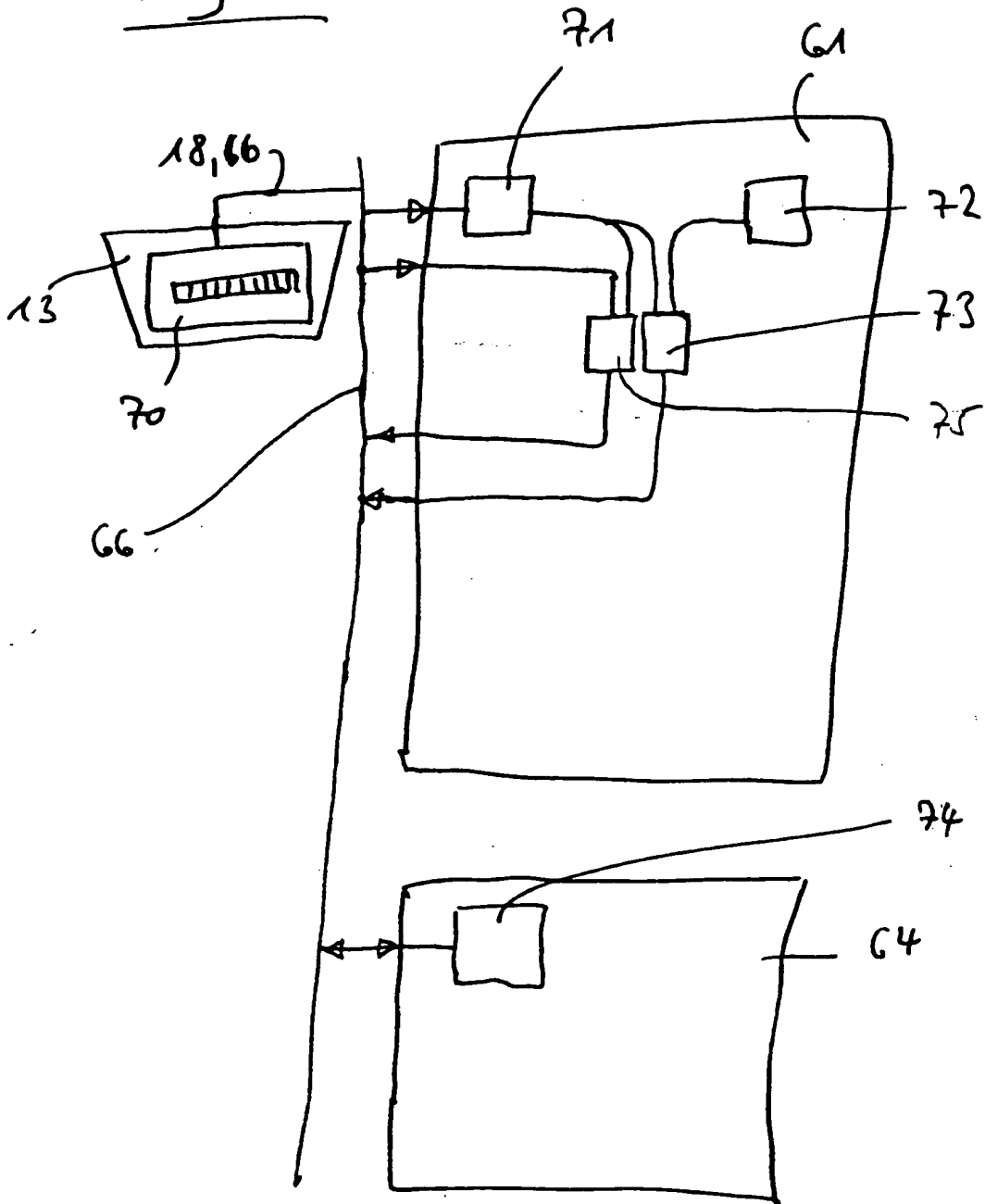


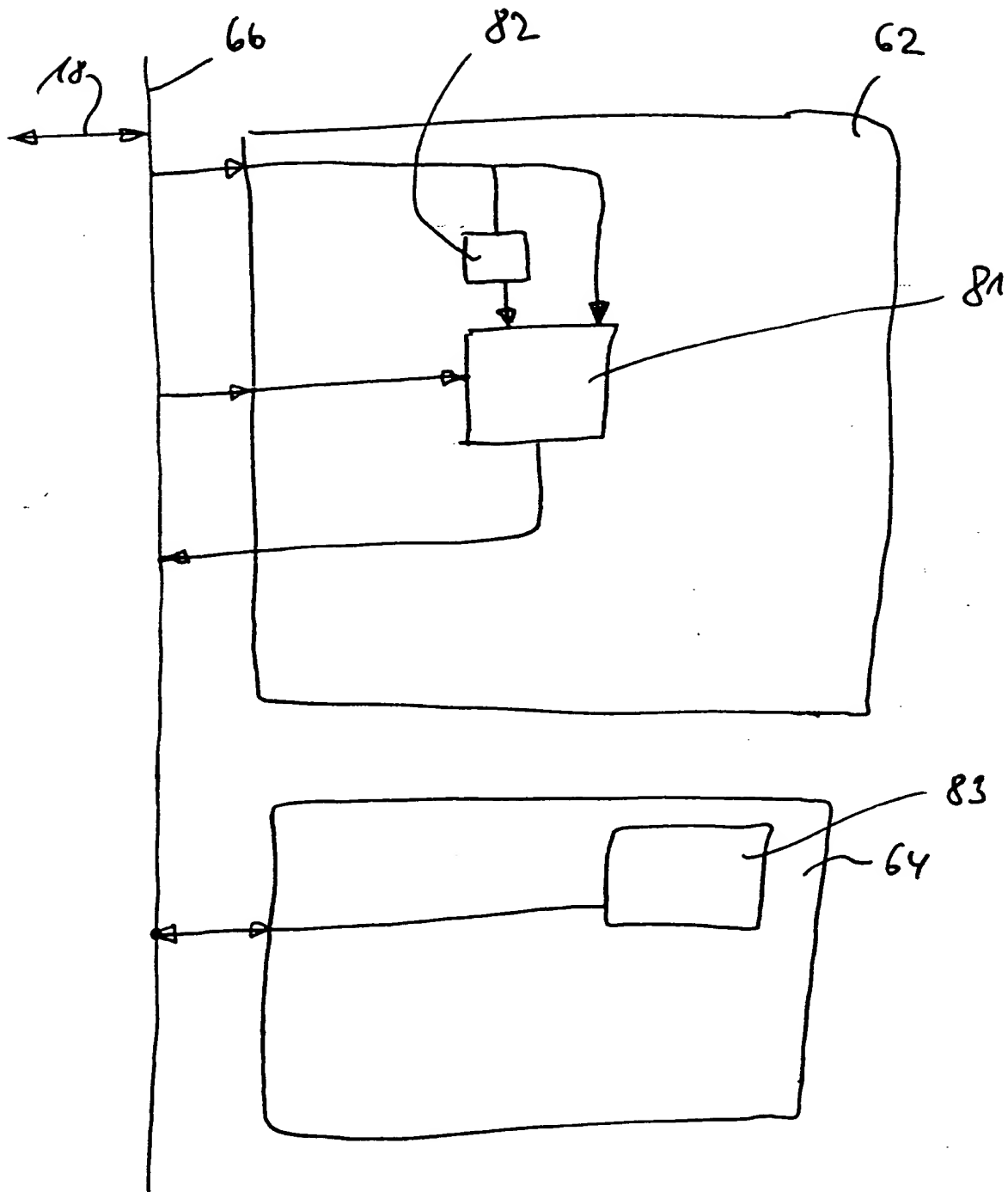
Fig. 4

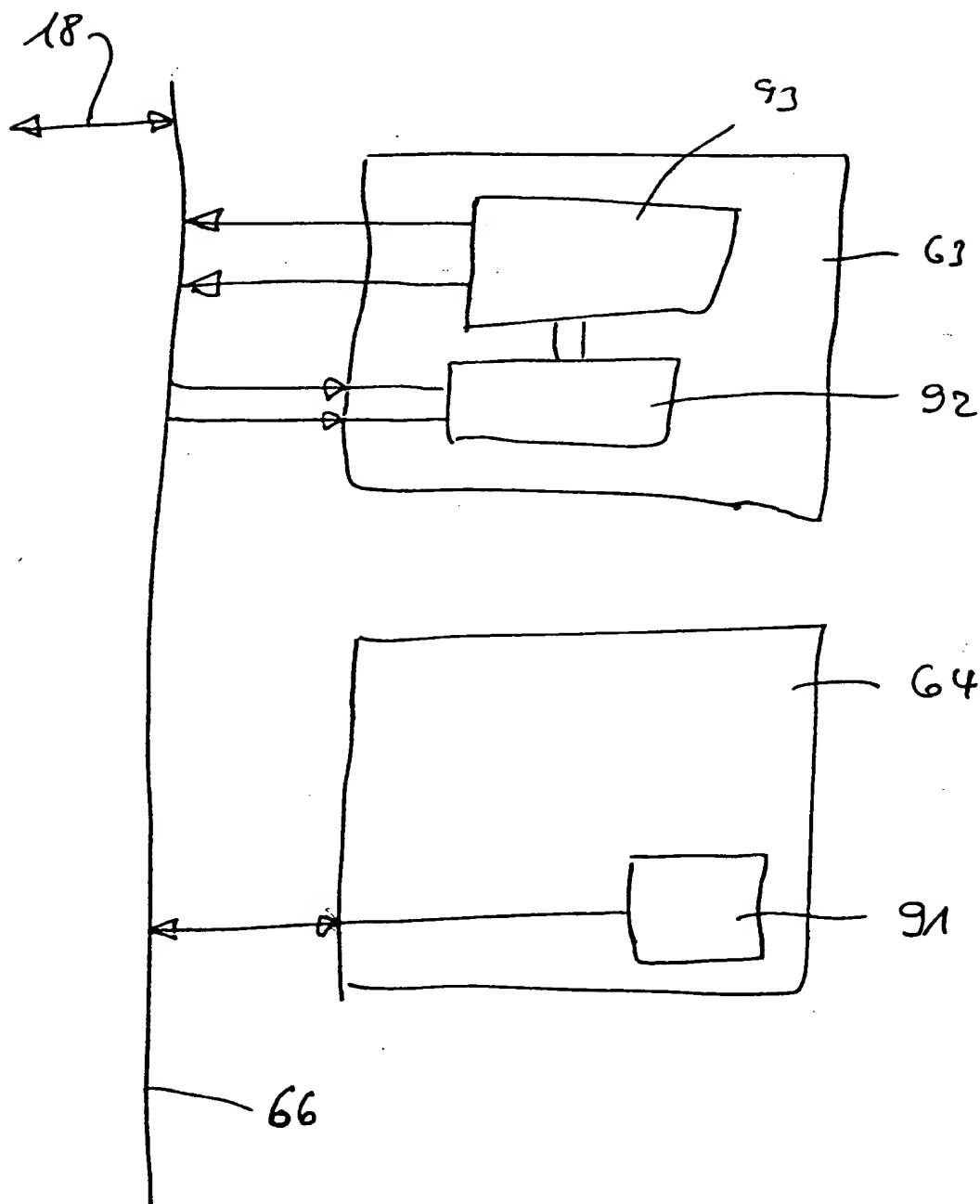
Fig. 5



Fig. 6

